

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-064104

(43)Date of publication of application : 26.02.2004

(51)Int.Cl. H04N 1/41

H03M 7/30

H03M 7/40

H04N 7/30

(21)Application number : 2002-215401 (71)Applicant : MEGA CHIPS CORP

(22)Date of filing : 24.07.2002 (72)Inventor : MIZUNO YUSUKE

(54) COMPRESSION ENCODING APPARATUS, AND COMPRESSION ENCODING METHOD AND PROGRAM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compression encoding apparatus operated at a high speed with small computational complexity.

SOLUTION: A tiling section 12 in the compression encoding apparatus 1 divides an image signal received from a color space conversion section 11 into tiles and outputs them to a DWT section 13. The DWT section 13 outputs a transform coefficient obtained by applying wavelet transform to an input signal, and a coefficient bit modeling section 20 applies bit modeling processing in the unit of bit planes to a transform coefficient QD subjected to scalar quantization as required by a quantization section 14. An arithmetic encoding section 21 applies arithmetic encoding to only an encoding object designated by an image quality control section 23 among encoded data BD received from the coefficient bit modeling section 20. An encoding amount control section 22 controls a rate of encoded data AD received from the arithmetic encoding section 21. The image quality control section 23 decides the encoding object by shifting the transform coefficient of each band component by the number of bits corresponding to the priority according to priority data PD obtained from a priority table 24.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.07.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

It is compression coding equipment which carries out compression coding of the picture signal,

The wavelet transform section which carries out band division of the picture signal recursively for a high-frequency component and a low-pass component by wavelet transform, and carries out the generation output of the transform coefficient of two or more band components,

The entropy-code-modulation section which carries out entropy code modulation only of the object for coding specified among said transform coefficients selectively,

The image quality control section which determines said object for coding specified as said entropy-code-modulation section according to said priority while setting a priority as said low-pass component according to the count by which band division was carried out recursively to said each band component,

Compression coding equipment characterized by preparation *****.

[Claim 2]

It is compression coding equipment which has a function using said priority which is compression coding equipment according to claim 1, and was carried out in weighting as which said image quality control section considered human being's vision property.

[Claim 3]

It is compression coding equipment with which only the number of bits corresponding to [in said image quality control section / are compression coding equipment according to claim 1 or 2, and] said priority for the transform coefficient of each of said band component determines said object for coding from the transform coefficient which was shifted and obtained.

[Claim 4]

It is compression coding equipment given in any 1 term of claims 1-3,
While decomposing said transform coefficient outputted from said wavelet transform section into two or more bit planes constituted by carrying out two-dimensional array of each bit of the transform coefficient concerned, it has further the multiplier bit modeling section which decomposes said bit plane into the coding pass determined according to the significance of each of said bit, and generates coded data,
Said entropy-code-modulation section is compression coding equipment which carries out entropy code modulation only of said specified object for coding selectively among said coded data generated in said multiplier bit modeling section.

[Claim 5]

It is compression coding equipment which has the function in which are compression coding equipment according to claim 4, and said image quality control section determines said object for coding in said bit plane unit.

[Claim 6]

It is compression coding equipment which has the function in which are compression coding equipment according to claim 4, and said image quality control section determines said object for coding per said coding pass.

[Claim 7]

It is compression coding equipment given in any 1 term of claims 4-6,
It has further the amount control section of signs which controls the rate of the coded data outputted from said entropy-code-modulation section,
Said amount control section of signs,
The amount calculation section of signs which computes the subtotal of the capacity of the coded data outputted from said entropy-code-modulation section in the unit of at least 1 in said band component, said bit plane, and said coding pass,
The data output control section which computes the cut-off point which suits the amount of target signs from the sign train which rearranged said coded data in order of the predetermined scan, and generated it using said subtotal computed in said amount calculation section of signs, and outputs said sign train before the cut-off point concerned,
Compression coding equipment by which preparation ***** is carried out.

[Claim 8]

It is compression coding equipment according to claim 7,
said data output control section -- said transform coefficient -- order with said high

priority -- and the compression coding equipment which rearranges in order of said scan turned to the low-pass side from the high region side in said same priority, and generates said sign train.

[Claim 9]

It is the compression coding approach which carries out compression coding of the picture signal,

- (a) The process which carries out band division of the picture signal recursively for a high-frequency component and a low-pass component by wavelet transform, and generates the transform coefficient of two or more band components,
- (b) The process which carries out entropy code modulation only of the object for coding specified among said transform coefficients selectively,
- (c) The process which determines said object for coding specified at said process (b) according to said priority while setting a priority as said low-pass component according to the count by which band division was carried out recursively to said each band component,

The compression coding approach characterized by preparation *****.

[Claim 10]

It is the compression coding approach including the process which is the compression coding approach according to claim 9, and determines said priority to which said process (c) was carried out in weighting in consideration of human being's vision property.

[Claim 11]

It is the compression coding approach which is the process which determines said object for coding from the transform coefficient which only the number of bits corresponding to [are the compression coding approach according to claim 9 or 10, and] said priority made shift [process / said / (c)] the transform coefficient of each of said band component, and obtained.

[Claim 12]

It is the compression coding approach given in any 1 term of claims 9-11, and is before said process (b) after said process (a),

- (d) The process which decomposes said bit plane into the coding pass determined according to the significance of each of said bit, and generates coded data while decomposing said transform coefficient generated at said process (a) into two or more bit planes constituted by carrying out two-dimensional array of each bit of the transform coefficient concerned,

Furthermore, it has,

Said process (b) is the compression coding approach which is the process which carries out entropy code modulation only of said specified object for coding selectively among said coded data generated at said process (d).

[Claim 13]

It is the compression coding approach including the process as which it is the

compression coding approach according to claim 12, and said process (c) determines said object for coding in said bit plane unit.

[Claim 14]

It is the compression coding approach including the process as which it is the compression coding approach according to claim 12, and said process (c) determines said object for coding per said coding pass.

[Claim 15]

It is the compression coding approach given in any 1 term of claims 12-14,

(e) It has further the process which controls the rate of the coded data by which entropy code modulation was carried out by said process (b),

Said process (e),

(e-1) The process which computes the subtotal of the capacity of coded data by which entropy code modulation was carried out at said process (b) in the unit of [1 / at least] said band component, said bit plane, and said coding pass,

(e-2) The process which computes the cut-off point which suits the amount of target signs from the sign train which rearranged said coded data in order of the predetermined scan, and generated it using said subtotal computed at said process (e-1), and outputs said sign train before the cut-off point concerned,

The compression coding approach by which preparation ***** is carried out.

[Claim 16]

the compression coding approach according to claim 15 -- it is -- said process (e-2) -- said transform coefficient -- order with said high priority -- and the compression coding approach including the process which rearranges in order of said scan turned to the low-pass side from the high region side in said same priority, and generates said sign train.

[Claim 17]

It is a program for making a microprocessor carry out compression coding of the picture signal,

The wavelet transform section which carries out band division of the picture signal recursively for a high-frequency component and a low-pass component by wavelet transform, and carries out the generation output of the transform coefficient of two or more band components,

The entropy-code-modulation section which carries out entropy code modulation only of the object for coding specified among said transform coefficients selectively,

As the image quality control section which determines said object for coding specified as said entropy-code-modulation section according to said priority while setting a priority as said low-pass component according to the count by which band division was carried out recursively to said each band component,

The program characterized by operating said microprocessor.

[Claim 18]

It is the program as which said microprocessor is operated with being a program

according to claim 17 and said priority carried out in weighting in consideration of human being's vision property being used for said image quality control section.

[Claim 19]

It is the program as which only the number of bits corresponding to [in said image quality control section / are a program according to claim 17 or 18, and] said priority for the transform coefficient of each of said band component operates said microprocessor with determining said object for coding from the transform coefficient which was shifted and obtained.

[Claim 20]

It is a program given in any 1 term of claims 17-19,

While operating said microprocessor as the multiplier bit modeling section which decomposes said bit plane into the coding pass determined according to the significance of each of said bit, and generates coded data while decomposing said transform coefficient outputted from said wavelet transform section into two or more bit planes constituted by carrying out two-dimensional array of each bit of the transform coefficient concerned,

Said entropy-code-modulation section is a program as which said microprocessor is operated with carrying out entropy code modulation only of said specified object for coding selectively among said coded data generated in said multiplier bit modeling section.

[Claim 21]

It is the program as which said microprocessor is operated with being a program according to claim 20 and said image quality control section determining said object for coding in said bit plane unit.

[Claim 22]

It is the program as which said microprocessor is operated with being a program according to claim 20 and said image quality control section determining said object for coding per said coding pass.

[Claim 23]

It is a program given in any 1 term of claims 20-22,

While operating said microprocessor as an amount control section of signs which controls the rate of the coded data outputted from said entropy-code-modulation section,

Said amount control section of signs,

The amount calculation section of signs which computes the subtotal of the capacity of the coded data outputted from said entropy-code-modulation section in the unit of at least 1 in said band component, said bit plane, and said coding pass,

The program as which said microprocessor is operated as a data output control section which computes the cut-off point which suits the amount of target signs from the sign train which rearranged said coded data in order of the predetermined scan, and generated it using said subtotal computed in said amount calculation section of

signs, and outputs said sign train before the cut-off point concerned.

[Claim 24]

It is a program according to claim 23,

said data output control section -- said transform coefficient -- order with said high priority -- and the program as which said microprocessor is operated with rearranging in order of said scan turned to the low-pass side from the high region side in said same priority, and generating said sign train.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

This invention relates to the compression coding approach and compression coding equipment which are used with a picture compression expanding technique.

[0002]

[Description of the Prior Art]

It is decided upon JPEG2000 (Joint Photographic Experts Group 2000) method by ISO (International Organization for Standardization) and ITU-T (International Telecommunications Union electrical-communication standardization category) as a low bit rate coding method of the next generation of image data. JPEG2000 method has the description in the point which has the function which was excellent compared with the JPEG (Joint Photographic Experts Group) method of the current mainstream, adopts DWT (discrete wavelet transform; Discrete Wavelet Transform) as orthogonal transformation, and adopts the approach of calling EBCOT (Embedded Block Coding with Optimized Truncation) which performs bit plane coding to entropy code modulation.

[0003]

Drawing 22 is the functional block diagram showing the outline configuration of the compression coding equipment of an image based on JPEG2000 method. Hereafter, it outlines about the compression coding procedure of JPEG2000 method, referring to this drawing 22 .

[0004]

After DC level conversion is performed to the picture signal inputted into this compression coding equipment 100 if needed in DC level shift section 102, it is outputted to the color space conversion section 103. Next, the color space conversion section 103 changes the color space of the signal inputted from DC level shift section 102. Here, the RGB code inputted into the color space conversion

section 103 is changed into a YCbCr signal (signal which consists of a luminance signal Y and color-difference signals Cb and Cr).

[0005]

Next, the picture signal inputted from the color space conversion section 103 is divided into the field component called the "tile" of the shape of two or more rectangle, and the tiling section 104 outputs it to the DWT section 105. The DWT section 105 gives DWT of integer type or real type per tile to the picture signal inputted from the tiling section 104, and outputs the transform coefficient obtained as a result. In DWT, the 1-dimensional filter divided into a high-frequency component (high-frequency component) and a low-pass component (low frequency component) is applied to a perpendicular direction and horizontal order to a two-dimensional picture signal. By the basic method of JPEG2000, the octave division method which carries out band division only of the band component divided into the low-pass side recursively is adopted as both directions of a perpendicular direction and a horizontal direction. Moreover, the count which carried out band division recursively is called decomposition level (decomposition level).

[0006]

Drawing 23 is the mimetic diagram showing the two-dimensional image 120 to which DWT of the decomposition level 3 was given according to an octave division method. In decomposition level 1, to a perpendicular direction and a horizontal direction, the two-dimensional image 120 is carrying out sequential application of the above-mentioned 1-dimensional filter, and is divided into four band components, HH1, HL1, LH1, and LL1 (not shown). Here, "H" shows a high-frequency component and "L" shows the low-pass component, respectively. For example, HL1 is a band component which consists of the horizontal high-frequency component H and the vertical low-pass component L in decomposition level 1. Generalizing the notation, "XY_n" (any of H and L or; n is X and Y is one or more integers) shall point out the band component which consists of the horizontal band component X and the vertical band component Y in the decomposition level n.

[0007]

On the decomposition level 2, band division of the low-pass component LL 1 is carried out HH2, HL2, LH2, and LL2 (not shown). Furthermore, on the decomposition level 3, band division of the low-pass component LL 2 is carried out HH3, HL3, LH3, and LL3. Drawing 23 arranged the band components HH1-LL3 generated above.

Although the example of the 3rd decomposition level is shown by drawing 23, generally by JPEG2000 method, 3rd - the 8th decomposition about level is adopted.

[0008]

Next, the quantization section 106 has the function which forms into a scalar quantity child the transform coefficient outputted from the DWT section 105 if needed.

Moreover, the quantization section 106 also has the function to perform bit shift processing over which priority is given to the image quality of the appointed field

(ROI;Region Of Interest) by the ROI section 107. In addition, when performing reversible (loss loess) conversion, scalar quantity child-ization in the quantization section 106 is not performed. By JPEG2000 method, two kinds of quantization means of the formation of a scalar quantity child in this quantization section 106 and the postquantization (truncation) mentioned later are prepared.

[0009]

Next, entropy code modulation of the block base is given to the transform coefficient outputted from the quantization section 106 one by one in the multiplier bit modeling section 108 and the algebraic-sign-ized section 109, and it has a rate controlled by the amount control section 110 of signs according to above-mentioned EBCOT.
The multiplier bit modeling section 108 is divided into the field which calls the band component of a transform coefficient to input 16x16, 32x32, and about 64x64 "a code block", and, specifically, decomposes each code block into two or more bit planes which consist of two-dimensional arrays of each bit further.

[0010]

Drawing 24 is the mimetic diagram showing two or more code blocks 121, 121, and 121 and the two-dimensional image 120 disassembled into --. Moreover, drawing 25 is the mimetic diagram showing bit plane 1220-122n-1 (n: natural number) of n sheets which constitutes this code block 121. the bit which constitutes this binary value 123 when the binary value 123 of the transform coefficient of one point under code block 121 is "011--0", as shown in drawing 25 -- respectively -- bit plane 122n-1,122n-2,122n- it is decomposed so that it may belong to 3, --, 1220. Bit plane 122n-1 in drawing expresses the top bit plane which consists only of the most significant bit (MSB) of a transform coefficient, and the bit plane 1220 expresses the lowest bit plane which consists only of the least significant bit (LSB).

[0011]

Furthermore, the multiplier bit modeling section 108 performs the context (context) judging of each bit in each bit plane 122k (k= 0 to n-1), and as shown in drawing 26 , it decomposes bit plane 122k into three kinds of coding pass (CLeanup pass), i.e., CL pass, MR pass (Magnitude Refinement pass), and SIG pass (SIGnificance propagation pass) according to the significance (judgment result) of each bit. The algorithm of the context judging about each coding pass is defined by EBCOT. According to it, the thing in the condition that it turns out that an attention multiplier is not zero in old coding processing with "it is significant" is meant, and the thing in the condition that a multiplier value may be zero with "it is significant and there is nothing", or it may be zero is meant.

[0012]

The multiplier bit modeling section 108 performs bit plane coding with three kinds of coding pass, SIG pass (coding pass of the multiplier which has a significant multiplier in a perimeter and which is not significant), MR pass (coding pass of a significant multiplier), and CL pass (SIG pass, coding pass of the remaining multiplier information

which does not correspond to MR pass). The bit of each bit plane is scanned by 4 bitwises, bit plane applying it to the lowest bit plane from the top bit plane, and it is performed by judging whether a significant multiplier exists. It is significant, and the number of the bit planes which consist of only multipliers (0 bit) which are not is recorded on a packet header, and coding with a significant multiplier actual from the bit plane which appeared first is started. The bit plane of the coding initiation is encoded only with CL pass, and sequential coding of the low-ranking bit plane is carried out with the three above-mentioned kinds of coding pass rather than the bit plane concerned.

[0013]

In addition, the R-D curve which expresses a rate (amount of signs;R) and the relation of distortion (D) to drawing 27 is shown. Among this R-D curve, in the rate before bit plane coding, and R2, the rate after bit plane coding and D1 show the distortion before bit plane coding, and D2 shows [R1] the distortion after bit plane coding, respectively. Moreover, A, B, and C are the labels showing above-mentioned coding pass. In order to perform efficient coding, it is more desirable than the path of C-B-A of a convex curve to adopt the path of A-B-C of a concave bend line among the paths which tend toward an ending point (R2, D2) from a start point P1 (R1, D1). In order to realize such a concave bend line, it is known that what is necessary is just to encode towards a LSB plane from an MSB plane.

[0014]

Next, the algebraic-sign-ized section 109 performs algebraic-sign-ization per coding pass to the multiplier train from the multiplier bit modeling section 108 based on the judgment result of a context using MQ coder. In addition, there is also the mode in which bypass processing which does not make a part of multiplier train inputted from the multiplier bit modeling section 108 algebraic-sign-ize in this algebraic-sign-ized section 109 is performed.

[0015]

Next, the amount control section 110 of signs is performing postquantization which omits the low order bit plane of the sign train which the algebraic-sign-ized section's 109 outputted, and controls the amount of the last signs.

And the bit stream generation section 111 generates the bit stream which multiplexed the sign train which the amount control section 110 of signs outputted, and additional information (header information, a layer configuration, scalability information, quantization table, etc.), and outputs it as a compression image.

[0016]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

Conventionally, as the rate control approach in the amount control section 110 of signs, the technique called a rate and distortion optimization (R-D optimization) is adopted. It is indicated by the reference (it is hereafter called Reference A.) of "David S.Taubman and Michael W.Marcellin, and "JPEG2000 IMAGE COMPRESSION

FUNDAMENTALS and STANDARDS AND PRACTICE” KluwerAcademic Publishers” about the algorithm of a rate and distortion optimization.

[0017]

However, by this technique, it is necessary to compute the deformation amount to (1) rate one by one with each coding pass and, the optimum solution in a certain coding rate must be presumed, the amount of operations becomes great, and there is a problem that the memory for saving the deformation amount computed with (2) each coding pass with which real time nature falls is needed.

[0018]

The place which this invention makes a technical problem in view of the above problem etc. is in the point of offering the compression coding equipment and the compression coding approach of being the small amount of operations and performing coding processing which can control the distortion to a coding rate at a high speed.

[0019]

[Means for Solving the Problem]

In order to solve the above-mentioned technical problem, invention concerning claim 1 The wavelet transform section which is compression coding equipment which carries out compression coding of the picture signal, carries out band division of the picture signal recursively for a high-frequency component and a low-pass component by wavelet transform, and carries out the generation output of the transform coefficient of two or more band components, While setting a priority as said low-pass component according to the count by which band division was carried out recursively to said each band component with the entropy-code-modulation section which carries out entropy code modulation only of the object for coding specified among said transform coefficients selectively It is characterized by having the image quality control section which determines said object for coding specified as said entropy-code-modulation section according to said priority.

[0020]

Invention concerning claim 2 is compression coding equipment according to claim 1, and said image quality control section has a function using said priority carried out in weighting in consideration of human being's vision property.

[0021]

Invention concerning claim 3 is compression coding equipment according to claim 1 or 2, and said image quality control section determines said object for coding from the transform coefficient which was made to shift only the number of bits corresponding to said priority, and obtained the transform coefficient of each of said band component.

[0022]

Invention concerning claim 4 is compression coding equipment given in any 1 term of claims 1-3. While decomposing each bit of the transform coefficient concerned into two or more bit planes constituted by carrying out two-dimensional array, said

transform coefficient outputted from said wavelet transform section It has further the multiplier bit modeling section which decomposes said bit plane into the coding pass determined according to the significance of each of said bit, and generates coded data. Said entropy-code-modulation section Entropy code modulation only of said specified object for coding is selectively carried out among said coded data generated in said multiplier bit modeling section.

[0023]

Invention concerning claim 5 is compression coding equipment according to claim 4, and said image quality control section has the function to determine said object for coding in said bit plane unit.

[0024]

Invention concerning claim 6 is compression coding equipment according to claim 4, and said image quality control section has the function to determine said object for coding per said coding pass.

[0025]

Invention concerning claim 7 is compression coding equipment given in any 1 term of claims 4-6. It has further the amount control section of signs which controls the rate of the coded data outputted from said entropy-code-modulation section. Said amount control section of signs In the unit of at least 1 in said band component, said bit plane, and said coding pass The amount calculation section of signs which computes the subtotal of the capacity of the coded data outputted from said entropy-code-modulation section, The cut-off point which suits the amount of target signs from the sign train which rearranged said coded data in order of the predetermined scan, and generated it is computed using said subtotal computed in said amount calculation section of signs, and the data output control section which outputs said sign train before the cut-off point concerned is had and constituted.

[0026]

invention concerning claim 8 -- compression coding equipment according to claim 7 -- it is -- said data output control section -- said transform coefficient -- order with said high priority -- and it rearranges in order of said scan turned to the low-pass side from the high region side in said same priority, and said sign train is generated.

[0027]

Next, the process which invention concerning claim 9 is the compression coding approach which carries out compression coding of the picture signal, and carries out band division of the picture signal recursively for a high-frequency component and a low-pass component by (a) wavelet transform, and generates the transform coefficient of two or more band components, (b) While setting up a priority according to the count by which band division was recursively carried out for said low-pass component to the process which carries out entropy code modulation only of the object for coding specified among said transform coefficients selectively, and (c) aforementioned each band component It is characterized by having the process which

determines said object for coding specified at said process (b) according to said priority.

[0028]

Invention concerning claim 10 is the compression coding approach according to claim 9, and said process (c) includes the process which determines said priority carried out in weighting in consideration of human being's vision property.

[0029]

Invention concerning claim 11 is the compression coding approach according to claim 9 or 10, and is taken as the process which determines said object for coding from the transform coefficient which only the number of bits corresponding to said priority made shift the transform coefficient of each of said band component, and acquired said process (c).

[0030]

Invention concerning claim 12 is the compression coding approach given in any 1 term of claims 9-11. after said process (a) -- before said process (b) -- (d) -- said transform coefficient generated at said process (a), while decomposing each bit of the transform coefficient concerned into two or more bit planes constituted by carrying out two-dimensional array The process which decomposes said bit plane into the coding pass determined according to the significance of each of said bit, and generates coded data, Furthermore, it has and considers as the process which carries out entropy code modulation only of said specified object for coding selectively among said coded data generated at said process (d) in said process (b).

[0031]

Invention concerning claim 13 is the compression coding approach according to claim 12, and said process (c) includes the process which determines said object for coding in said bit plane unit.

[0032]

Invention concerning claim 14 is the compression coding approach according to claim 12, and said process (c) includes the process which determines said object for coding per said coding pass.

[0033]

Invention concerning claim 15 is the compression coding approach given in any 1 term of claims 12-14. (e) It has further the process which controls the rate of the coded data by which entropy code modulation was carried out by said process (b). Said process (e) (e-1) In the unit of [1 / at least] said band component, said bit plane, and said coding pass The process which computes the subtotal of the capacity of coded data by which entropy code modulation was carried out at said process (b), (e-2) The cut-off point which suits the amount of target signs from the sign train which rearranged said coded data in order of the predetermined scan, and generated it is computed using said subtotal computed at said process (e-1), and the process which outputs said sign train before the cut-off point concerned is had and constituted.

[0034]

invention concerning claim 16 -- the compression coding approach according to claim 15 -- it is -- said process (e-2) -- said transform coefficient -- order with said high priority -- and the process which rearranges in order of said scan turned to the low-pass side from the high region side in said same priority, and generates said sign train is included.

[0035]

Next, invention concerning claim 17 is a program for making a microprocessor carry out compression coding of the picture signal. The wavelet transform section which carries out band division of the picture signal recursively for a high-frequency component and a low-pass component by wavelet transform, and carries out the generation output of the transform coefficient of two or more band components, While setting a priority as said low-pass component according to the count by which band division was carried out recursively to said each band component with the entropy-code-modulation section which carries out entropy code modulation only of the object for coding specified among said transform coefficients selectively As an image quality control section which determines said object for coding specified as said entropy-code-modulation section according to said priority, it is characterized by operating said microprocessor.

[0036]

Invention concerning claim 18 is a program according to claim 17, and said image quality control section operates said microprocessor with using said priority carried out in weighting in consideration of human being's vision property.

[0037]

Invention concerning claim 19 is a program according to claim 17 or 18, and operates said microprocessor with determining said object for coding from the transform coefficient which said image quality control section made shift only the number of bits corresponding to said priority for the transform coefficient of each of said band component, and was obtained.

[0038]

Invention concerning claim 20 is a program given in any 1 term of claims 17-19. While decomposing each bit of the transform coefficient concerned into two or more bit planes constituted by carrying out two-dimensional array, said transform coefficient outputted from said wavelet transform section While operating said microprocessor as the multiplier bit modeling section which decomposes said bit plane into the coding pass determined according to the significance of each of said bit, and generates coded data Said entropy-code-modulation section operates said microprocessor with carrying out entropy code modulation only of said specified object for coding selectively among said coded data generated in said multiplier bit modeling section.

[0039]

Invention concerning claim 21 is a program according to claim 20, and said image

quality control section operates said microprocessor with determining said object for coding in said bit plane unit.

[0040]

Invention concerning claim 22 is a program according to claim 20, and said image quality control section operates said microprocessor with determining said object for coding per said coding pass.

[0041]

Invention concerning claim 23 is a program given in any 1 term of claims 20-22. While operating said microprocessor as an amount control section of signs which controls the rate of the coded data outputted from said entropy-code-modulation section, said amount control section of signs In the unit of at least 1 in said band component, said bit plane, and said coding pass The amount calculation section of signs which computes the subtotal of the capacity of the coded data outputted from said entropy-code-modulation section, The cut-off point which suits the amount of target signs from the sign train which rearranged said coded data in order of the predetermined scan, and generated it is computed using said subtotal computed in said amount calculation section of signs. Said microprocessor is operated as a data output control section which outputs said sign train before the cut-off point concerned.

[0042]

invention concerning claim 24 -- a program according to claim 23 -- it is -- said data output control section -- said transform coefficient -- order with said high priority -- and said microprocessor is operated with rearranging in order of said scan turned to the low-pass side from the high region side in said same priority, and generating said sign train.

[0043]

[Embodiment of the Invention]

Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained.

[0044]

Compression coding equipment

Drawing 1 is the functional block diagram showing the outline configuration of the compression coding equipment 1 concerning the operation gestalt of this invention.

After outlining about the configuration and function of this compression coding equipment 1, the coding block concerning this operation gestalt and its coding approach are explained in full detail.

[0045]

This compression coding equipment 1 is equipped with DC level shift section 10, the color space conversion section 11, the tiling section 12, the DWT section 13, the quantization section 14, the ROI section 15, the multiplier bit modeling section 20, the algebraic-sign-ized section (entropy-code-modulation section) 21, the amount control section 22 of signs, the image quality control section 23, the priority table 24,

and the bit stream generation section 17, and is constituted.

[0046]

In addition, all or a part of 17, 20–24 [each processing sections 10–15 which constitute this compression coding equipment 1, and] may consist of hardware, and it may consist of programs as which a microprocessor is operated.

[0047]

After DC level conversion is performed to the picture signal inputted into this compression coding equipment 1 if needed in DC level shift section 10, it is outputted to the color space conversion section 11. The color space conversion section 11 carries out the color space conversion of the input signal, and outputs it. According to JPEG2000 method, as a color space conversion, RCT for invertible transformation (Reversible Component Transformation) and ICT for irreversible conversion (Irreversible Component Transformation) are prepared, and either can be chosen suitably. Thereby, the RGB code to input is changed into a YCbCr signal or a YUV signal, for example.

[0048]

Next, the picture signal inputted from the color space conversion section 11 is divided into the field component called the “tile” of the shape of two or more rectangle, and the tiling section 12 outputs it to the DWT section 13. In addition, there is no need of dividing a picture signal into a tile, and it may not necessarily output the picture signal for one frame to functional block of the next step as it is.

[0049]

Next, the DWT section 13 is giving DWT of integer type or real type per tile to the picture signal inputted from the tiling section 12, and carries out band division of the picture signal recursively for a high-frequency component and a low-pass component according to the above-mentioned octave division method. Consequently, the transform coefficient of two or more band components (subband) HH1–LL3 as shown in drawing 23 is generated, and it is outputted to the quantization section 14. If it is real type DWT, filters, such as 9x7 taps, 5x3 taps, or 7x5 types, will specifically be used, and if it is integer type DWT, filters, such as 5x3 taps or 13x7 taps, will be used. Moreover, processing of these filters may be collapsed, and you may perform by the operation, or may perform with a lifting configuration (Lifting scheme) more efficient than a convolution operation.

[0050]

The quantization section 14 has the function which forms into a scalar quantity child the transform coefficient inputted from the DWT section 13. Moreover, the quantization section 14 also has the function to perform bit shift processing over which priority is given to the image quality of the appointed field (ROI;Region Of Interest) by the ROI section 15. Scalar quantity child-ization may be performed and it is not necessary to perform scalar quantity child-ization in the quantization section 14.

[0051]

Next, entropy code modulation of the block base is given to the transform coefficient QD outputted from the quantization section 14 one by one in the multiplier bit modeling section 20 and the algebraic-sign-ized section 21, and it has a rate controlled by the amount control section 22 of signs.

[0052]

The multiplier bit modeling section 20 divides the band component of a transform coefficient QD to input into 32x32 or about 64x64 code block like the multiplier bit modeling section 108 shown in drawing 22 , and decomposes each code block into two or more bit planes constituted by carrying out two-dimensional array of each bit further. Consequently, each code block is decomposed into two or more bit plane 1220-122n-1 as shown in drawing 25 . Further, the multiplier bit modeling section 20 performs the context judging of each bit, decomposes each bit plane into the coding pass of three kinds of CL pass (CLeanup pass), MR pass (Magnitude Refinement pass), and SIG pass (SIGNificance propagation pass), encodes, and outputs coded data BD obtained as a result.

[0053]

Next, the algebraic-sign-ized section 21 algebraic-sign-izes only the object for coding specified from the image quality control section 23 among coded data BD inputted from the multiplier bit modeling section 20, and outputs coded data AD obtained as a result to the amount control section 22 of signs. Here, the algebraic-sign-ized section 21 may perform bypass processing which includes and outputs the object for coding concerned to coded data AD as it is, without algebraic-sign-izing the part for [said] coding.

In addition, although algebraic-sign-ization is used for this operation gestalt, the entropy code modulation of not only this but other methods may be used for it.

[0054]

Here, the image quality control section 23 sets up the priority which shows coding ranking to each band component according to the priority data PD acquired from the priority table 24, and determines the object for coding specified as the algebraic-sign-ized section 21 according to this priority. About the setting-out approach of a priority, and the decision approach for coding, it mentions later.

[0055]

Next, the amount control section 22 of signs has the function which controls the rate of coded data AD inputted from the algebraic-sign-ized section 21 using the priority data PD 2 acquired from the priority table 24. That is, the amount control section 22 of signs has the function to perform postquantization of omitting coded data AD per a band component unit, a bit plane unit, or coding pass sequentially from what has a low priority, according to the amount of target signs (the amount of signs of a final compression image). About the art of this postquantization, it mentions later.

[0056]

And the bit stream generation section 17 generates the bit stream which multiplexed coded data CD outputted from the amount control section 22 of signs, and additional information (header information, a layer configuration, scalability, quantization table, etc.), and outputs it outside as a compression image.

[0057]

The priority setting-out approach (the 1st example)

Next, the 1st example of the setting-out approach of the priority recorded on the priority table 24 is explained. In this invention, a priority is determined as a low-pass component to each band component (subband) according to the count by which band division was carried out recursively. In this example, the priority of "+(n-1) 1" and the band component LLn is determined [the priority of the band component HHn in the decomposition level n (n:1 or more integers)] for the priority of "n-1" and the band components HLn and LHn as "+(n-1) 2", respectively. For example, the priority of "0" and the band component LL 3 is set as "4" for the priority of the band component HH1 shown in drawing 23 . Drawing 2 is the mimetic diagram showing the two-dimensional image 25 which carried out band division according to the octave division method. It is given to each band component any of a priority "0", "1", "2", "3", and "4" they are.

[0058]

The information on the priority corresponding to each of the band components HHn, HLn, LHn, and LLn is recorded on the priority table 24, and the image quality control section 23 and the amount control section 22 of signs set a priority to it to each band component according to the priority data PD and PD2 acquired from this priority table 24. It is that only the number of bits corresponding to a priority shifts the transform coefficient of each band component, and, specifically, a priority is set up to each transform coefficient. In addition, in this bit shift processing, there is no need of performing a bit shift operation actually to each transform coefficient, and it should just not necessarily shift the location of each bit of a transform coefficient virtually. In this case, the location of the bit plane with which each bit of a transform coefficient belongs does not change.

[0059]

Drawing 3 is drawing for explaining the priority setting-out processing by the bit shift.

In the example shown in drawing 2 , since the priority of the band component LL 3 is "4", it acts as the 4-bit left shift of the corresponding transform coefficient 26.

Moreover, it acts as the triplet left shift of the transform coefficients 26 and 26 of the band components HL3 and LH3 which had the priority "3" set up, and it acts as the 2-bit left shift of the transform coefficients 26, 26, and 26 of the band components HH3, HL2, and LH2 which had the priority "2" set up, and acts as the 1-bit left shift of the transform coefficients 26, 26, and 26 of the band components HH2, HL1, and LH1 which had the priority "1" set up. At this time, as shown in drawing 4 , the transform coefficient of two-dimensional image 25A in front of a bit shift changes to

the transform coefficient shown by two-dimensional image 25B by the above-mentioned left bit shift processing. For example, the transform coefficient value (= 4) of the band component LL 3 is changed into 4x24=64 by the 4-bit left shift.

[0060]

The image quality control section 23 can determine efficiently the object for coding directed in the algebraic-sign-ized section 21 from the transform coefficient train which carried out the bit shift as shown in drawing 3 so that it may mention later.

[0061]

Next, the reason (theoretical background) for setting up a priority as mentioned above is explained below.

[0062]

Optimization processing using distorted measure was performed by the approach of conventional rate and distortion optimization (R-D optimization) mentioned above. According to said reference A by David S.Taubman and others, the distorted measure $D_i(z)$ is computed according to a degree type (1).

[0063]

[Equation 1]

$$D_i^{(z)} = G_{b[i]} \sum_j \left(\alpha y_i^{K[i,j]}[j] - y_i[j] \right)^2 \quad \cdots (1)$$

$$\text{但し、} K[i, j] = p_i^{(z)}[j]$$

[0064]

z among a top type (1) bit cut-off point (bit truncation point); $\alpha y_i^{K[i,j]}$ and $y_i[j]$ The j -th sampled value of the code block by which reverse quantization was carried out with the bit plane of eye $K[i, j]$ watch (multiplier value); $y_i[j]$ The j -th sampled value of the code block concerned (multiplier value); $G_b[i]$ is square of the norm of the synthetic filter coefficient corresponding to subband $b[i]$, and shows the weighting factor of the distorted model depending on the subband b concerned. In addition, the notation of the notation shown in the top type (1) for convenience of explanation differs from it in Reference A a little.

[0065]

In a rate and distortion optimization, optimization processing which makes min the amount of total in subband b of this distorted measure $D_i(z)$ is performed. The weighting factor G_b of the subband b expresses weighting for reducing distortion of an image.

[0066]

The weighting factor G_b of the subband b is computed according to a degree type (2).

[0067]

[Equation 2]

$$G_b = \|S_b\|^2 \quad (\text{但 } S_b = s_b[n]) \quad \dots (2)$$

[0068]

Here, $s_b[n]$ shows the 1-dimensional composition filter factor of the subband b among the top type (2). Moreover, notation $\|x\|$ shows the norm about Vector x .

[0069]

According to the formula (4.39) indicated by Reference A and (4.40), the 1-dimensional composition filter coefficient s_L of the low-pass component $L1$ in decomposition level 1 [1], $[n]$, and the 1-dimensional composition filter factor s_H of the high-frequency component $H1$ in isomerism solution level [1] and $[n]$ are computed according to a degree type (3).

[0070]

[Equation 3]

$$\begin{cases} s_{L[1]}[n] = g_0[n] \\ s_{H[1]}[n] = g_1[n] \end{cases} \quad \dots (3)$$

[0071]

Here, the low pass filter multiplier of the rectification filter with which $g_0[n]$ carries out band division of the picture signal, and $g_1[n]$ show the high-pass filter multiplier among the top type (3), respectively.

[0072]

Moreover, the 1-dimensional composition filter coefficient $s_L[d]$ of the low-pass component L_d in the decomposition level d ($d = 1, 2, \dots, D$), $[n]$, and the 1-dimensional composition filter factor s_H of the high-frequency component H_d in isomerism solution level $[d]$ and $[n]$ are computed according to a degree type (4).

[0073]

[Equation 4]

$$\begin{cases} s_{L[d]}[n] = \sum_k s_{L[d-1]}[k] g_0[n-2k] \\ s_{H[d]}[n] = \sum_k s_{H[d-1]}[k] g_0[n-2k] \end{cases} \dots (4)$$

[0074]

And square of the norm of the 1-dimensional composition filter factor of the low-pass component L_d in the decomposition level d is computed according to a degree type (5).

[0075]

[Equation 5]

$$G_{L[d]} = \|s_{L[d]}[n]\|^2 = \sum_j |s_{L[d]}[j]|^2 \dots (5)$$

[0076]

Square of the norm of the 1-dimensional composition filter factor of a high-frequency component as well as a top type (5) is computable.

[0077]

Next, the two-dimensional composition filter factor of the band components LLD, HLd, LHd, and HHd in the decomposition level d ($d=1, 2, \dots, D$; D integer) can be expressed by the product of the above-mentioned 1-dimensional composition filter factor, and can also express the two-dimensional weighting factor G_b of the band component b by the with a 1-dimensional weighting factor product. Specifically, a two-dimensional composition filter factor and a two-dimensional weighting factor are computed according to a degree type (6).

[0078]

[Equation 6]

$$\begin{cases} s_{LL[D]}[n_1, n_2] = s_{L[D]}[n_1] s_{L[D]}[n_2] \Rightarrow G_{LL[D]} = G_{L[D]} \cdot G_{L[D]} \\ s_{HL[d]}[n_1, n_2] = s_{L[d]}[n_1] s_{H[d]}[n_2] \Rightarrow G_{HL[d]} = G_{L[d]} \cdot G_{H[d]} \\ s_{LH[d]}[n_1, n_2] = s_{H[d]}[n_1] s_{L[d]}[n_2] \Rightarrow G_{LH[d]} = G_{H[d]} \cdot G_{L[d]} \\ s_{HH[d]}[n_1, n_2] = s_{H[d]}[n_1] s_{H[d]}[n_2] \Rightarrow G_{HH[d]} = G_{H[d]} \cdot G_{H[d]} \end{cases} \dots (6)$$

[0079]

Among the top type (6), Subscript LL [D] shows the subband LLD, and HL [d], LH [d], and HH [d] express the subbands HLd, LHd, and HHd, respectively.

[0080]

The square root of a weighting factor Gb is a norm. The count result about the two-dimensional weighting factor Gb is shown in the following table 1 – a table 4. The numeric value of the norm corresponding to a table 1 for the numeric value of the square of the norm of each band component of a filter (9 7) (filter of 9x7 taps) to a table 1 is shown in a table 2, respectively. Moreover, the numeric value of the norm corresponding to a table 3 for the numeric value of the square of the norm of each band component of a filter (5 3) (filter of 5x3 taps) to a table 3 is shown in a table 4, respectively.

[0081]

[A table 1]

(9.7)フィルタの歪の重み係数G（ノルムの二乗）

分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	3.86479	1.02270	1.02270	0.27063
2	16.99426	3.98726	3.98726	0.93551
3	70.84158	17.50056	17.50056	4.32330
4	286.81360	72.83113	72.83113	18.49415
5	1150.90066	294.69647	294.69647	75.45917
6	4607.30956	1182.34209	1182.34209	303.41630
7	18432.96262	4732.98083	4732.98083	1215.27440
8	73735.57967	18935.55202	18935.55202	4862.71528
9	294946.04918	75745.84127	75745.84127	19452.48118
10	1179787.92756	302986.99951	302986.99951	77811.54539
11	4719155.44117	1211951.63280	1211951.63280	311247.80240

[0082]

[A table 2]

(9.7)フィルタのノルム

分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	1.96591	1.01129	1.01129	0.52022
2	4.12241	1.99681	1.99681	0.96722
3	8.41674	4.18337	4.18337	2.07926
4	16.93557	8.53412	8.53412	4.30048
5	33.92493	17.16673	17.16673	8.68672
6	67.87717	34.38520	34.38520	17.41885
7	135.76805	68.79666	68.79666	34.86079
8	271.54296	137.60651	137.60651	69.73317
9	543.08936	275.21962	275.21962	139.47215
10	1086.18043	550.44255	550.44255	278.94721
11	2172.36172	1100.88675	1100.88675	557.89587

[0083]

[A table 3]

(5.3)フィルタの歪の重み係数G（ノルムの二乗）

分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	2.25000	1.07813	1.07813	0.51660
2	7.56250	2.53516	2.53516	0.84985
3	28.89063	8.52441	8.52441	2.51520
4	114.22266	32.52173	32.52173	9.25966
5	455.55566	128.52106	128.52106	36.25827
6	1820.88892	512.52089	512.52089	144.25793
7	7282.22223	2048.52085	2048.52085	576.25784
8	29127.55556	8192.52084	8192.52084	2304.25782
9	116508.88889	32768.52083	32768.52083	9216.25781
10	466034.22222	131072.52083	131072.52083	36864.25781
11	1864135.55556	524288.52083	524288.52083	147456.25781

[0084]

[A table 4]

(5.3) フィルタのノルム

分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	1.50000	1.03833	1.03833	0.71875
2	2.75000	1.59222	1.59222	0.92188
3	5.37500	2.91966	2.91966	1.58594
4	10.68750	5.70278	5.70278	3.04297
5	21.34375	11.33671	11.33671	6.02148
6	42.67188	22.63892	22.63892	12.01074
7	85.33594	45.26059	45.26059	24.00537
8	170.66797	90.51255	90.51255	48.00269
9	341.33398	181.02077	181.02077	96.00134
10	682.66699	362.03939	362.03939	192.00067
11	1365.33350	724.07770	724.07770	384.00034

[0085]

Furthermore, when the norm of the low-pass component LL 1 in decomposition level 1 is expressed with alpha, a value as shown in drawing 5 about each band component is set up using this norm alpha. The two-dimensional image 27 shown in drawing 5 is drawing showing the two-dimensional image 120 by which band division was carried out according to the octave division method. The set point of "2n-2xalpha" and the band component LLn is set [the set point of the band component HHn in the decomposition level n (n:1 or more integers)] as "2n-1xalpha" for the set point of "2n-3xalpha" and the band components HLn and LHn, respectively. It follows, for example, the set point of the band component LH 1 is set as "2-1xalpha."

[0086]

If the above-mentioned set point is compared with the numeric value of a norm shown in a table 2 and a table 4, both approximate in general. In the case of a table 2 (alpha= 1.96591), for example, "the set point (corresponding band component)" of each band component shown in drawing 5 It is set to about 0.49 (HH1), about 0.98 (HL1, LH1), about 1.96 (HL2, LH2, HH3), about 3.93 (HL3, LH3), and about 7.86 (LL3), and it turns out that these set points are approximated with the numeric value of a norm shown in a table 2.

[0087]

Moreover, in drawing 5 , the norm of the band component LL 1 is cajoled in alpha= 2,

and it turns out that the characteristic of the value which acted as the 1-bit left shift of the set point of each band component, i.e., the exponentiation value of 2 which carried out the multiplication of 2¹ to all the set points, is in agreement with the value of the priority shown in drawing 2 . Therefore, it is equal to carrying out the multiplication of the norm (square root of a weighting factor) of the filter used by the rate and distortion optimization to the sampled value (transform coefficient value) of each band component in approximation to set a priority as each band component like the 1st example. Therefore, the priority of this example is set up so that distortion of an image may be reduced.

[0088]

The priority setting-out approach (the 2nd example)

Next, the 2nd example of the priority setting-out approach is explained. In this example, the value which did the division of the norm which is the square root of the above-mentioned weighting factor G_b of each band component by the norm of the minimum region component LL in the highest decomposition level is caajoled in the exponentiation value of 2, and the absolute value of the characteristic of the exponentiation value of 2 is set up as a priority. The norm of the minimum region component LL_n of the concrete highest decomposition level n is set to alpha. When set the norm of other band components to x, the function about the variable y caajoled in the exponentiation of 2 is set to $R[y]$, the function which computes the characteristic m of 2^m of exponentiation of 2 of Variable y is made into $m = I[2m]$ and the absolute value about Variable y is made into $|y|$. A priority p is computed according to $p = |I[R[x/\alpha]]|$.

[0089]

The priority computed using the norm of the filter (9 7) shown in the above-mentioned table 2 is shown in the following table 5. Moreover, band division drawing showing the two-dimensional image 28 which described the priority shown in a table 5 in drawing 6 is shown. the decomposition level highest here -- 5 -- it is -- alpha= 33.92493 -- it comes out. In addition, "x" in a table means that the priority of the band component concerned is not calculated.

[0090]

[A table 5]

(9,7)フィルタの優先度

分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	×	5	5	6
2	×	4	4	5
3	×	3	3	4
4	×	2	2	3
5	0	1	1	2

[0091]

Moreover, the priority computed using the norm of the filter (5 3) shown in the above-mentioned table 4 is shown in the following table 6.

[0092]

[A table 6]

(5,3)フィルタの優先度

分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	×	4	4	5
2	×	4	4	5
3	×	3	3	4
4	×	2	2	3
5	0	1	1	2

[0093]

Although only the number of bits of a priority acted as the left shift of the transform coefficient of each band component and the priority was set up in the 1st example of the above, processing to which only the number of bits of a priority carries out the right shift of the transform coefficient of each band component is performed in the *** 2 example. However, right bit shift processing is performed so that the bit length of a transform coefficient may be made to expand. Drawing 7 is the transform coefficients 29 and 29 of the band component to which the right shift only of the number of bits of the priority shown in drawing 6 was carried out, and the mimetic

diagram showing --.

[0094]

The priority setting-out approach (the 3rd example)

Next, the priority setting-out approach concerning the 3rd example in consideration of human being's vision property is explained. Although the image quality of a decode image is good in object assessment when the priority shown in the 2nd example of the above about the image with a high resolution of about millions of pixels is applied, it is not necessarily good in vision assessment of human being. Then, the priority carried out in weighting in consideration of human being's vision property is used for the priority setting-out approach of this example. It enables this to generate the compression image of high display image quality.

[0095]

The weighting MSE (Weighted Mean Squared Error; WMSE) based on CSF (human visual system Contrast Sensitivity Function) is indicated by Chapter 16 of said reference A. According to this publication, in order to improve vision assessment of human being, it is desirable to correct a top type (1) to a degree type (7).

[0096]

[Equation 7]

$$D_i^{(z)} = W_{b[i]}^{csf} G_{b[i]} \sum_j \left(oy_i^{K[i,j]}[j] - y_i[j] \right)^2 \cdots (7)$$

[0097]

Here $W_{b[i]}$ csf among a top type (7) It is called "energy weighting factor" of subband $b[i]$. The recommendation numeric value of $W_{b[i]}$ csf "ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG1 (ITU-T SG8) N2406 and "JPEG 2000 Part 1 FDIS (includes COR 1, COR 2, and DCOR3), Reference of "4 December 2001" (it is hereafter called Reference B.) It is indicated. The numeric value of "energy weighting factor" indicated by drawing 8 - drawing 10 at Reference B is shown.

[0098]

"level" in drawing 8 - drawing 10 -- and -- "Lev" shows decomposition level, "Comp" shows the brightness component Y, the color difference component Cb, and Cr, respectively, and the example of 1000, 1700, 2000, 3000, and 4000 is shown for "Viewing distance (sight distance)." Moreover, "Viewing distance 1000", "Viewing distance 1700", "Viewing distance 2000", "Viewing distance 3000", and "Viewing distance 4000" mean the sight distance when leaving 10 inches of the displays or prints of 100dpi, 170dpi, 200dpi, 300dpi, and 400dpi, and seeing them, respectively.

[0099]

The square roots $(Wb[i] \text{ csf} - Gb[i])^{1/2}$ of the weighting multiplier of a top type (7) were calculated using the numeric value shown in drawing 8 – drawing 10. The count result is shown in the following table 7 – a table 18. A table 7 – a table 9 the numeric value for black and white of the filter (9 7) calculated using the numeric value shown in drawing 8, a table 10 – a table 12 The numeric value for colors of the filter (9 7) calculated using the numeric value shown in drawing 9 and drawing 10 a table 13 – a table 15 The numeric value for colors of the filter (5 3) calculated using the numeric value a table 16 – a table 18 indicate the numeric value for black and white of the filter (5 3) calculated using the numeric value shown in drawing 8 to be to drawing 9 and drawing 10 is shown, respectively.

[0100]

[A table 7]

(9.7) フィルタの白黒用数値

分解レベル	Viewing distance 1000			
	LL	HL	LH	HH
1	X	0.567135	0.567135	0.147832
2	X	1.996812	1.996812	0.703332
3	X	4.183367	4.183367	2.079256
4	X	8.534116	8.534116	4.300482
5	33.92493	17.16673	17.16673	8.686724

[0101]

[A table 8]

(9.7) フィルタの白黒用数値

分解レベル	Viewing distance 2000			
	LL	HL	LH	HH
1	X	0.180509	0.180509	0.022698
2	X	1.119894	1.119894	0.274876
3	X	4.183367	4.183367	1.512041
4	X	8.534116	8.534116	4.300482
5	33.92493	17.16673	17.16673	8.686724

[0102]

[A table 9]

(9.7) フィルタの白黒用数値

分解レベル	Viewing distance 4000			
	LL	HL	LH	HH
1	X	0.014941	0.014941	0.000298
2	X	0.358645	0.358645	0.042464
3	X	2.360858	2.360858	0.594601
4	X	8.534116	8.534116	3.146525
5	33.92493	17.16673	17.16673	8.686724

[0103]

[A table 10]

(9.7) フィルタのカラー用数値

		Viewing distance 1000			
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	0.76489	0.76489	0.298115
	2	X	1.99337	1.99337	0.963884
	3	X	4.183367	4.183367	2.079256
	4	X	8.534116	8.534116	4.300482
	5	33.92493	17.16673	17.16673	8.686724
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	0.233105	0.233105	0.059194
	2	X	0.900041	0.900041	0.299041
	3	X	2.721205	2.721205	1.10554
	4	X	6.77171	6.77171	3.063212
	5	33.92493	15.16158	15.16158	7.241097
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	0.33996	0.33996	0.104307
	2	X	1.10404	1.10404	0.405203
	3	X	3.03569	3.03569	1.299749
	4	X	7.177464	7.177464	3.337948
	5	33.92493	15.63678	15.63678	7.578107

[0104]

[A table 11]

(9.7) フィルタのカラー用数値

		Viewing distance 1700			
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	0.310658	0.310658	0.056662
	2	X	1.72044	1.72044	0.718005
	3	X	4.183367	4.183367	2.079256
	4	X	8.534116	8.534116	4.300482
	5	33.92493	17.16673	17.16673	8.686724
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	0.09892	0.09892	0.01622
	2	X	0.559243	0.559243	0.147297
	3	X	2.098595	2.098595	0.753271
	4	X	5.883453	5.883453	2.490925
	5	33.92493	14.05553	14.05553	6.47921
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	0.179438	0.179438	0.040124
	2	X	0.775746	0.775746	0.240417
	3	X	2.5039	2.5039	0.979107
	4	X	6.465668	6.465668	2.86391
	5	33.92493	14.77858	14.77858	6.976933

[0105]

[A table 12]

(9.7) フィルタのカラー用数値

		Viewing distance 3000			
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	0.038921	0.038921	0.0016
	2	X	0.819947	0.819947	0.176768
	3	X	3.85307	3.85307	1.763882
	4	X	8.534116	8.534116	4.300482
	5	33.92493	17.16673	17.16673	8.686724
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	0.023571	0.023571	0.001776
	2	X	0.247647	0.247647	0.043245
	3	X	1.337728	1.337728	0.385929
	4	X	4.603618	4.603618	1.734612
	5	33.92493	12.31002	12.31002	5.331711
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	0.060957	0.060957	0.007791
	2	X	0.423067	0.423067	0.097358
	3	X	1.793238	1.793238	0.597979
	4	X	5.39042	5.39042	2.192081
	5	33.92493	13.39161	13.39161	6.038385

[0106]

[A table 13]

(5.3) フィルタの白黒用数値

分解レベル	Viewing distance 1000			
	LL	HL	LH	HH
1	X	0.5823	0.5823	0.204249
2	X	1.592217	1.592217	0.670362
3	X	2.91966	2.91966	1.585938
4	X	5.702783	5.702783	3.042969
5	21.34375	11.33671	11.33671	6.021484

[0107]

[A table 14]

(5.3) フィルタの白黒用数値

分解レベル	Viewing distance 2000			
	LL	HL	LH	HH
1	X	0.185335	0.185335	0.03136
2	X	0.892981	0.892981	0.26199
3	X	2.91966	2.91966	1.153299
4	X	5.702783	5.702783	3.042969
5	21.34375	11.33671	11.33671	6.021484

[0108]

[A table 15]

(5,3) フィルタの白黒用数値

分解レベル	Viewing distance 4000			
	LL	HL	LH	HH
1	X	0.01534	0.01534	0.000412
2	X	0.285977	0.285977	0.040473
3	X	1.647693	1.647693	0.453527
4	X	5.702783	5.702783	2.226443
5	21.34375	11.33671	11.33671	6.021484

[0109]

[A table 16]

(5,3) フィルタのカラー用数値

		Viewing distance 1000			
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	0.785342	0.785342	0.411885
	2	X	1.589472	1.589472	0.918699
	3	X	2.91966	2.91966	1.585938
	4	X	5.702783	5.702783	3.042969
	5	21.34375	11.33671	11.33671	6.021484
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	0.239338	0.239338	0.081784
	2	X	0.717674	0.717674	0.285023
	3	X	1.899186	1.899186	0.843243
	4	X	4.525084	4.525084	2.167491
	5	21.34375	10.01254	10.01254	5.019401
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	0.349051	0.349051	0.144114
	2	X	0.880339	0.880339	0.386208
	3	X	2.118672	2.118672	0.991374
	4	X	4.796223	4.796223	2.361891
	5	21.34375	10.32635	10.32635	5.25301

[0110]

[A table 17]

(5.3) フィルタのカラー用数値

		Viewing distance 1700			
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	0.318965	0.318965	0.078286
	2	X	1.371843	1.371843	0.684347
	3	X	2.91966	2.91966	1.585938
	4	X	5.702783	5.702783	3.042969
	5	21.34375	11.33671	11.33671	6.021484
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	0.101565	0.101565	0.02241
	2	X	0.445929	0.445929	0.140392
	3	X	1.464653	1.464653	0.574552
	4	X	3.931521	3.931521	1.762548
	5	21.34375	9.282115	9.282115	4.491275
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	0.184236	0.184236	0.055437
	2	X	0.618564	0.618564	0.229147
	3	X	1.747524	1.747524	0.746807
	4	X	4.320576	4.320576	2.026468
	5	21.34375	9.759606	9.759606	4.836288

[0111]

[A table 18]

(5.3) フィルタのカラー用数値

		Viewing distance 3000			
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	0.039962	0.039962	0.00221
	2	X	0.653809	0.653809	0.168482
	3	X	2.689138	2.689138	1.345389
	4	X	5.702783	5.702783	3.042969
	5	21.34375	11.33671	11.33671	6.021484
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	0.024201	0.024201	0.002453
	2	X	0.197468	0.197468	0.041218
	3	X	0.933628	0.933628	0.294364
	4	X	3.076292	3.076292	1.227391
	5	21.34375	8.129398	8.129398	3.695849
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	0.062587	0.062587	0.010765
	2	X	0.337345	0.337345	0.092794
	3	X	1.251539	1.251539	0.456105
	4	X	3.60206	3.60206	1.551089
	5	21.34375	8.843668	8.843668	4.185702

[0112]

Next, the priority of each band component was computed in the same procedure using the numeric value shown in the above-mentioned table 7 – a table 18 as the 2nd example of the above described. Namely, the numeric value of the minimum region component LLn of the highest decomposition level n is set to alpha. When set the numeric value of other band components to x, the function about the variable y cajoined in the exponentiation of 2 is set to $R[y]$, the function which computes the characteristic m of 2^m of exponentiation of 2 of Variable y is made into $m=1 [2^m]$ and the absolute value about Variable y is made into $|y|$. A priority p is computed according to $p=|I[R[x/\alpha]]|$.

[0113]

The value of a priority is shown in the following table 19 – a table 30. Table 19, table 20, a table 21, a table 22, a table 23, a table 24, a table 25, a table 26, a table 27, a table 28, a table 29, and the priority of table 30 are computed using the numeric value of the above-mentioned table 7, a table 8, a table 9, a table 10, a table 11, a table 12, a table 13, a table 14, a table 15, a table 16, a table 17, and a table 18, respectively

[0114]

[A table 19]

(9.7)フィルタの白黒用優先度テーブル

Viewing distance 1000				
分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	X	6	6	8
2	X	4	4	6
3	X	3	3	4
4	X	2	2	3
5	0	1	1	2

[0115]

[A table 20]

(9.7)フィルタの白黒用優先度テーブル

Viewing distance 2000				
分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	X	8	8	11
2	X	5	5	7
3	X	3	3	5
4	X	2	2	3
5	0	1	1	2

[0116]

[A table 21]

(9.7)フィルタの白黒用優先度テーブル

分解レベル	Viewing distance 4000			
	LL	HL	LH	HH
1	X	11	11	17
2	X	7	7	10
3	X	4	4	6
4	X	2	2	4
5	0	1	1	2

[0117]

[A table 22]

(9.7)フィルタのカラー用優先度テーブル

		Viewing distance 1000				
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	6	6	7	
	2	X	4	4	5	
	3	X	3	3	4	
	4	X	2	2	3	
	5	0	1	1	2	
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	7	7	9	
	2	X	5	5	7	
	3	X	4	4	5	
	4	X	2	2	4	
	5	0	1	1	2	
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	7	7	8	
	2	X	5	5	6	
	3	X	4	4	5	
	4	X	2	2	3	
	5	0	1	1	2	

[0118]

[A table 23]

(9,7)フィルタのカラー用優先度テーブル

		Viewing distance 1700				
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	7	7	9	
	2	X	4	4	6	
	3	X	3	3	4	
	4	X	2	2	3	
	5	0	1	1	2	
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	9	9	11	
	2	X	6	6	8	
	3	X	4	4	6	
	4	X	3	3	4	
	5	0	1	1	2	
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	8	8	10	
	2	X	6	6	7	
	3	X	4	4	5	
	4	X	2	2	4	
	5	0	1	1	2	

[0119]

[A table 24]

(9.7)フィルタのカラー用優先度テーブル

		Viewing distance 3000				
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	10	10	14	
	2	X	5	5	8	
	3	X	3	3	4	
	4	X	2	2	3	
	5	0	1	1	2	
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	11	11	14	
	2	X	7	7	10	
	3	X	5	5	7	
	4	X	3	3	4	
	5	0	2	2	3	
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	9	9	12	
	2	X	6	6	9	
	3	X	4	4	6	
	4	X	3	3	4	
	5	0	1	1	3	

[0120]

[A table 25]

(5,3)フィルタの白黒用優先度テーブル

分解レベル	Viewing distance 1000			
	LL	HL	LH	HH
1	X	5	5	7
2	X	4	4	5
3	X	3	3	4
4	X	2	2	3
5	0	1	1	2

[0121]

[A table 26]

(5,3)フィルタの白黒用優先度テーブル

分解レベル	Viewing distance 2000			
	LL	HL	LH	HH
1	X	7	7	9
2	X	5	5	6
3	X	3	3	4
4	X	2	2	3
5	0	1	1	2

[0122]

[A table 27]

(5.3)フィルタの白黒用優先度テーブル

分解レベル	Viewing distance 4000			
	LL	HL	LH	HH
1	X	11	11	16
2	X	6	6	9
3	X	4	4	6
4	X	2	2	3
5	0	1	1	2

[0123]
[A table 28]

(5.3) フィルタのカラー用優先度テーブル

		Viewing distance 1000				
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	5	5	6	
	2	X	4	4	5	
	3	X	3	3	4	
	4	X	2	2	3	
	5	0	1	1	2	
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	7	7	8	
	2	X	5	5	6	
	3	X	4	4	5	
	4	X	2	2	3	
	5	0	1	1	2	
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	6	6	7	
	2	X	5	5	6	
	3	X	3	3	5	
	4	X	2	2	3	
	5	0	1	1	2	

[0124]

[A table 29]

(5.3) フィルタのカラー用優先度テーブル

		Viewing distance 1700				
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	6	6	8	
	2	X	4	4	5	
	3	X	3	3	4	
	4	X	2	2	3	
	5	0	1	1	2	
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	8	8	10	
	2	X	6	6	7	
	3	X	4	4	5	
	4	X	3	3	4	
	5	0	1	1	2	
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	7	7	9	
	2	X	5	5	7	
	3	X	4	4	5	
	4	X	2	2	3	
	5	0	1	1	2	

[0125]

[A table 30]

(5.3)フィルタのカラー用優先度テーブル

		Viewing distance 3000				
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	9	9	13	
	2	X	5	5	7	
	3	X	3	3	4	
	4	X	2	2	3	
	5	0	1	1	2	
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	10	10	13	
	2	X	7	7	9	
	3	X	5	5	6	
	4	X	3	3	4	
	5	0	1	1	3	
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	8	8	11	
	2	X	6	6	8	
	3	X	4	4	6	
	4	X	3	3	4	
	5	0	1	1	2	

[0126]

At this example, a priority is set up to the transform coefficient of each band component like the 2nd example of the above by carrying out the right shift only of the number of bits of the priority shown in the above table 19 – a table 30. Thereby, the priority in consideration of human being's vision property can be set up.

[0127]

Image quality control processing

Next, the configuration and the content of processing of the image quality control section 23 which were shown in drawing 1 are explained. Drawing 11 is the functional block diagram showing the outline configuration of this image quality control section 23.

[0128]

This image quality control section 23 is equipped with the image quality parameter selection section 31 which chooses and outputs the image quality parameter QP which was suitable for the target image quality information concerned from two or more image quality parameter groups, and the judgment section 30 for coding which determines the object for coding based on the target image quality information (high definition, standard image quality, low image quality, resolution information, etc.) supplied from the outside. The judgment section 30 for coding sets up an above-mentioned priority to each band component of coded data BD according to the priority data PD acquired from the priority table 24. Moreover, the judgment section 30 for coding determines the object for coding according to the target image quality specified with said image quality parameter QP according to the set-up priority, and carries out the generation output of the image quality control signal CS 1.

[0129]

Hereafter, the decision approach for coding is explained. Drawing 12 is the transform coefficients 33 and 33 by which the bit shift was carried out according to the priority, and a mimetic diagram which illustrates --. According to the priority, the bit shift of each transform coefficient 33 is carried out. Moreover, the numbers 0, 1, --, 10 given to each bit of a transform coefficient 33 show the number of the bit plane with which the bit concerned belongs. here -- LSB number =0 and MSB number =10 -- it comes out.

[0130]

The judgment section 30 for coding sets up the coding termination line 32 according to the image quality parameter QP, and it determines a high order bit as the object for coding rather than the coding termination line 32 concerned, and it generates the image quality control signal CS 1 so that a lower bit may be removed for coding rather than the line 32. It enables this to sort out the object for coding efficiently.

Consequently, the carrier beam algebraic-sign-ized section 21 will algebraic-sign-ize only the bit plane of a high order for the image quality control signal CS 1 rather than the coding termination line 32 in each code block, and a low-ranking bit plane will be omitted rather than that line 32. In addition, the algebraic-sign-ized section 21 does not perform algebraic-sign-ization to the bit in which zero were inserted by bit shift processing.

[0131]

The judgment section 30 for coding can determine the object for coding per coding pass further according to the image quality parameter QP. The image quality parameter QP contains the parameter group which shows a limit of the bit plane for coding, and a limit of the coding pass for coding (CL pass, SIG pass, and MR pass). The image quality parameter QP suitable for the image which has the resolution of 2048x2560 pixels in the following table 31 is illustrated. In addition, since it is necessary to make resolution of the subband of the minimum region smaller than

128x128 pixels, five or more decomposition level is required.

[0132]

[A table 31]

画質パラメータの例

帯域成分	優先度の制限		符号化効率の制限
	ビットプレーン数	パス名	最大パス数
LL5	0	CL	17
LH5	0	CL	17
HL5	0	CL	17
HH5	0	CL	17
LH4	0	CL	17
HL4	0	CL	17
HH4	1	MR	14
LH3	1	MR	14
HL3	1	MR	14
HH3	2	SIG	14
HL2	2	SIG	14
LH2	2	SIG	14
HH2	3	SIG	14
LH1	3	SIG	14
HL1	3	SIG	14
HH1	4	CL	14

CL:Cleanup pass

MR:Magnitude Refinement pass

SIG:Significant propagation pass

[0133]

In a table 31, rather than the coding termination line 32 which showed "the number of bit planes" to drawing 12 , a "pathname" carries out the last coding pass of the inside for coding, and the "maximum number of passes" is carrying out the table of the upper limit of the coding number of passes for coding for the number of the bit planes

for [of a lower bit] a cut-off, respectively.

[0134]

The example of processing at the time of applying drawing 12 and a table 31 is explained below. To drawing 13 , "000110101112= 21510" is illustrated as a transform coefficient 33 of the band component LL 5 (Y2 shall express binary-value Y and X10 shall express the decimal value X). CL pass and the maximum number of passes are restricted for the last coding pass in the band component LL 5 to 17 as shown in a table 31.

[0135]

The context judging is made so that the 7th bit of the transform coefficient shown in drawing 13 may belong to SIG pass or CL pass. When it belongs to the bit plane which consists of only 0 bit, it encodes by the method called a tag tree (Tag tree), and the 8th – the 10th high order bit is encoded with SIG pass or CL pass, when coding pass has already begun. When the 7th bit belongs to coding initiation pass (CL pass), the context judging of the lower bit containing the 6th bit is carried out so that it may belong to MR pass. Generally, a low-ranking bit plane is encoded in order of SIG pass, MR pass, and CL pass from a viewpoint of coding effectiveness rather than the bit plane of coding initiation. Therefore, since the maximum number of passes is restricted to 17, a total of 17 pass from CL pass of the 7th bit to the SIG pass of the 1st bit becomes an object for coding.

However, since the 1st bit belongs to MR pass, it is not encoded. Therefore, in algebraic-sign-ized processing, 2 bits of low order are omitted and the value after coding is set to "000110101002= 21210." It will be set to "000110101102= 21410" if reverse quantization of this value is carried out on the mid point.

[0136]

Next, "000000011112= 1510" is illustrated as a transform coefficient 33 of the band component LL 5 to drawing 14 . The 3rd bit of a transform coefficient belongs to SIG pass or CL pass.

When it belongs to the bit plane which consists of only 0 bit, it encodes by the tag tree (Tag tree), and the 4th – the 10th high order bit is encoded with SIG pass or CL pass, when coding pass has already begun. When the 3rd bit belongs to coding initiation pass (CL pass), the lower bit containing the 2nd bit belongs to MR pass, and a total of ten pass to CL pass of the 0th bit becomes an object for coding from CL pass of the 3rd bit. It will be set to "000000011112= 1510", if the value after coding is set to "000000011112= 1510" and reverse quantization of this value is carried out in algebraic-sign-ized processing.

[0137]

Next, "000010111112= 9510" is illustrated as a transform coefficient 33 of the band component HH2 to drawing 15 . SIG pass and the maximum number of passes are restricted for the last coding pass in the band component HH2 to 14 as shown in a table 31. Moreover, the bit plane of a low order triplet is omitted.

[0138]

The 6th bit of a transform coefficient belongs to SIG pass or CL pass. When it belongs to the bit plane which consists of only 0 bit, it encodes by the tag tree (Tag tree), and the 7th – the 10th high order bit is encoded with SIG pass or CL pass, when coding pass has already begun. When the 6th bit belongs to coding initiation pass (CL pass), the lower bit containing the 5th bit belongs to MR pass. Moreover, although eight pass from CL pass of the 6th bit to the SIG pass of the 4th bit becomes an object for coding for limit that even the SIG pass of the 3rd bit plane encodes, since the 3rd bit belongs to MR pass, it is not encoded. Therefore, it will be set to "000010110002= 8810", if the value after coding is set to "000010100002= 8010" and reverse quantization of this value is carried out on the mid point in algebraic-sign-ized processing.

[0139]

In addition, each bit plane is encoded in order of SIG pass, MR pass, and CL pass because the coding effectiveness over distortion of SIG pass is the highest. The rate and distortion property in each coding pass are shown in drawing 16. The parts of MR pass and points P3-P4 show [the part of points P1-P2 / the parts of SIG pass and points P2-P3] CL pass among the R-D curve. If ratio $\Delta D_{SIG} / \Delta R_{SIG}$ of the distortion to the rate (the amount of signs) in each coding pass, $\Delta D_{MR} / \Delta R_{MR}$, and $\Delta D_{CL} / \Delta R_{CL}$ are seen, it turns out that the curvilinear inclination in SIG pass is the most sudden, and coding effectiveness is the highest.

[0140]

As mentioned above, by the image quality control approach concerning this operation gestalt, it is determined to the transform coefficient which carried out the bit shift according to the priority whether make a transform coefficient applicable to coding. Since only the object for coding is selectively algebraic-sign-ized in the algebraic-sign-ized section 21, it is possible to control the amount of signs efficiently so that a high-definition compression image with little distortion can be generated.

[0141]

The amount control processing of signs

Next, the configuration and the content of processing of the amount control section 22 of signs which were shown in drawing 1 are explained. Drawing 17 is the functional block diagram showing the outline configuration of this amount control section 22 of signs.

[0142]

This amount control section 22 of signs is equipped with large capacity storage 40, the amount calculation section 41 of signs, and the data output control section 42.

[0143]

The algebraic-sign-ized section 21 it was indicated to drawing 1 that mentioned above algebraic-sign-izes selectively only the object for coding specified from the image quality control section 23, and outputs coded data AD obtained as a result to

the amount control section 22 of signs. The amount calculation section 41 of signs computes the subtotal of the capacity of coded data AD to input per a band component unit, a bit plane unit, and coding pass, and outputs the subtotal information 43 acquired as a result to the data output control section 42. Moreover, it is made to store coded data AD temporarily per a frame unit or subframe at large capacity storage 40.

[0144]

Said data output control section 42 reads coded data AD stored temporarily at large capacity storage 40, and it is made it to carry out a bit shift like the 1st example of the above – the 3rd example using the priority data PD 2. Subsequently, from the sign train which rearranged the coded data which carried out the bit shift in order of the scan explained below, and generated it, the data output control section 42 computes a cut-off point (truncation point) so that the amount of target signs may be suited. Next, the sign train closes the data output control section 42, it is thrown away, and is outputted to the bit stream generation section 17 by setting the sign train before a point to coded data CD.

[0145]

Drawing 18 and drawing 19 are drawings for explaining an example of said scan sequence and cut-off point. The transform coefficients 33 and 33 and -- by which the bit shift was carried out under the same regulation as having been shown in drawing 12 according to the priority are displayed on drawing 18 and drawing 19 . Coded data AD of a high order bit (bit on the left-hand side of a drawing) inputs into the amount control section 22 of signs rather than the coding termination line 32.

[0146]

it is shown in the arrow head of drawing 18 -- as -- transform coefficients 33 and 33 and -- a bit plane unit or a coding pass unit -- it is -- order with a high priority -- and (turning to a lower bit from a high order bit) it is rearranged in order of the scan turned to the low-pass side from the high region side in the same priority. Generally, it is in the inclination for the rate of MR pass to increase and for compression efficiency to fall, so that a low-ranking bit plane is encoded. Therefore, in order to raise compression efficiency, the scan sequence turned to the low-pass side from the high region side in the same priority is adopted that as many SIG pass as possible should be encoded.

[0147]

And as shown in a degree type (8), the data output control section 42 determines that a cut-off point will fulfill the conditions from which the actual amount of signs (byte count) turns into below the amount of target signs (byte count), and omits the low order bit plane included in the sign train after the cut-off point concerned. Thereby, rate control of coded data [finishing / algebraic-sign-izing / already] can be efficiently performed according to the priority set as each subband.

[0148]

[Equation 8]

$$(\text{目標符号量(バイト数)}) \geq (\text{実際の符号量(バイト数)}) \quad \dots(8)$$

[0149]

As shown in drawing 19 , when the 2nd bit plane of the subband HL3 is determined as a cut-off point according to the amount of target signs, the bit of the part shown by the arrow head will be omitted.

[0150]

Drawing showing the sign train into which drawing 20 was rearranged per bit plane, and drawing 21 are drawings showing the sign train rearranged per coding pass. In drawing 20 , the bit plane numbers 10 and 9 and -- are attached to each bit plane with the signs LL5 and HL5 and -- which show a subband. The bit plane after the line 44 given to the 2nd bit plane of the subband HL3 is omitted.

[0151]

Moreover, in drawing 21 , the bit plane numbers 10 and 9 and -- are attached to each coding pass with the signs CL, SIG, and MR which show the class of coding pass, the signs LL5 and HL5 which show a subband, and --. The bit plane after the line 44 given to MR pass of the 2nd bit plane of the subband HL3 is omitted.

[0152]

According to the amount control processing of signs which relates to this operation gestalt as mentioned above, since it is not necessary to compute the deformation amount in each coding pass for a rate and distortion optimization processing, real time nature is high and efficient rate control which the overhead reduced substantially can be realized.

[0153]

[Effect of the Invention]

According to the program concerning the compression coding approach and claim 17 concerning the compression coding equipment applied to claim 1 of this invention like the above, and claim 9, it is determined whether the above-mentioned band component has a priority set as a low-pass component according to the count by which band division was carried out recursively, respectively, and becomes an object for coding according to this priority. Since entropy code modulation only of the object for coding is carried out selectively, the amount of signs can be controlled efficiently and it becomes possible to perform high-speed coding processing in the small amount of operations.

[0154]

According to claim 2, claim 10, and claim 18, it becomes possible to generate the

compression image suitable for vision assessment of human being which has high display image quality.

[0155]

According to claim 3, claim 11, and claim 19, since the priority of a transform coefficient becomes settled according to the number of bits which only the number of bits corresponding to a priority is shifted, and shifts the transform coefficient of each band component, it becomes possible to specify the object for coding efficiently according to the image quality of a compression image.

[0156]

According to claims 4, 5, and 6, claims 12, 13, and 14, and claims 20, 21, and 22, since the object for coding can be finely specified per a bit plane unit and coding pass according to a priority, it becomes possible to control the amount of signs to accuracy and to control the image quality of a compression image finely.

[0157]

According to claims 7 and 8, claims 15 and 16, and claims 23 and 24, it is possible to perform efficiently rate control of data by which entropy code modulation was already carried out according to the priority set as each band component. Moreover, even if it does not perform optimization processing using a rate and distortion optimization like before, it is possible to perform high rate control of real time nature so that distortion can be controlled.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the functional block diagram showing the outline configuration of the compression coding equipment concerning the operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the mimetic diagram showing the two-dimensional image which carried out band division by wavelet transform.

[Drawing 3] It is drawing for explaining the priority setting-out processing by the bit shift.

[Drawing 4] It is drawing which illustrates the transform coefficient by which the bit shift was carried out.

[Drawing 5] It is the mimetic diagram showing the two-dimensional image which carried out band division by wavelet transform.

[Drawing 6] It is the mimetic diagram showing the two-dimensional image which carried out band division by wavelet transform.

[Drawing 7] It is the mimetic diagram showing the transform coefficient of the band component by which the right bit shift was carried out according to the priority shown in drawing 6 .

[Drawing 8] It is drawing showing the numerical table of Energy weighting factor.

[Drawing 9] It is drawing showing the numerical table of Energy weighting factor.

[Drawing 10] It is drawing showing the numerical table of Energy weighting factor.

[Drawing 11] It is the functional block diagram showing the outline configuration of the image quality control section concerning this operation gestalt.

[Drawing 12] It is the mimetic diagram which illustrates the transform coefficient by which the bit shift was carried out according to the priority.

[Drawing 13] It is drawing for explaining the example of coding processing of the transform coefficient of the band component LL 5.

[Drawing 14] It is drawing for explaining the example of coding processing of the transform coefficient of the band component LL 5.

[Drawing 15] It is drawing for explaining the example of coding processing of the transform coefficient of the band component HH2.

[Drawing 16] It is drawing showing the curve of a rate and a distortion property.

[Drawing 17] It is the functional block diagram showing the outline configuration of the amount control section of signs concerning this operation gestalt.

[Drawing 18] It is drawing for explaining an example of scan sequence.

[Drawing 19] It is drawing for explaining an example of a cut-off point.

[Drawing 20] It is drawing showing the sign train rearranged per bit plane.

[Drawing 21] It is drawing showing the sign train rearranged per coding pass.

[Drawing 22] It is the functional block diagram showing the outline configuration of the compression coding equipment by JPEG2000 method.

[Drawing 23] It is the mimetic diagram showing the two-dimensional image by which band division was carried out according to the octave division method.

[Drawing 24] It is the mimetic diagram showing the two-dimensional image disassembled into two or more code blocks.

[Drawing 25] It is the mimetic diagram showing the bit plane of two or more sheets which constitutes a code block.

[Drawing 26] It is the mimetic diagram showing three kinds of coding pass.

[Drawing 27] It is drawing showing the R-D curve showing a rate and the relation of distortion.

[Description of Notations]

1 Compression Coding Equipment

10 DC Level Shift Section

11 Color Space Conversion Section

12 Tiling Section

13 The DWT Section

14 Quantization Section

15 The ROI Section

17 Bit Stream Generation Section

20 Multiplier Bit Modeling Section

21 Algebraic-Sign-ized Section

22 The Amount Control Section of Signs

23 Image Quality Control Section

24 Priority Table

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the functional block diagram showing the outline configuration of the compression coding equipment concerning the operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the mimetic diagram showing the two-dimensional image which carried out band division by wavelet transform.

[Drawing 3] It is drawing for explaining the priority setting-out processing by the bit shift.

[Drawing 4] It is drawing which illustrates the transform coefficient by which the bit shift was carried out.

[Drawing 5] It is the mimetic diagram showing the two-dimensional image which carried out band division by wavelet transform.

[Drawing 6] It is the mimetic diagram showing the two-dimensional image which carried out band division by wavelet transform.

[Drawing 7] It is the mimetic diagram showing the transform coefficient of the band component by which the right bit shift was carried out according to the priority shown in drawing 6 .

[Drawing 8] It is drawing showing the numerical table of Energy weighting factor.

[Drawing 9] It is drawing showing the numerical table of Energy weighting factor.

[Drawing 10] It is drawing showing the numerical table of Energy weighting factor.

[Drawing 11] It is the functional block diagram showing the outline configuration of the image quality control section concerning this operation gestalt.

[Drawing 12] It is the mimetic diagram which illustrates the transform coefficient by which the bit shift was carried out according to the priority.

[Drawing 13] It is drawing for explaining the example of coding processing of the transform coefficient of the band component LL 5.

[Drawing 14] It is drawing for explaining the example of coding processing of the transform coefficient of the band component LL 5.

[Drawing 15] It is drawing for explaining the example of coding processing of the transform coefficient of the band component HH2.

[Drawing 16] It is drawing showing the curve of a rate and a distortion property.

[Drawing 17] It is the functional block diagram showing the outline configuration of the amount control section of signs concerning this operation gestalt.

[Drawing 18] It is drawing for explaining an example of scan sequence.

[Drawing 19] It is drawing for explaining an example of a cut-off point.

[Drawing 20] It is drawing showing the sign train rearranged per bit plane.

[Drawing 21] It is drawing showing the sign train rearranged per coding pass.

[Drawing 22] It is the functional block diagram showing the outline configuration of the compression coding equipment by JPEG2000 method.

[Drawing 23] It is the mimetic diagram showing the two-dimensional image by which band division was carried out according to the octave division method.

[Drawing 24] It is the mimetic diagram showing the two-dimensional image disassembled into two or more code blocks.

[Drawing 25] It is the mimetic diagram showing the bit plane of two or more sheets which constitutes a code block.

[Drawing 26] It is the mimetic diagram showing three kinds of coding pass.

[Drawing 27] It is drawing showing the R-D curve showing a rate and the relation of distortion.

[Description of Notations]

1 Compression Coding Equipment

10 DC Level Shift Section

11 Color Space Conversion Section

12 Tiling Section

13 The DWT Section

14 Quantization Section

15 The ROI Section

17 Bit Stream Generation Section

20 Multiplier Bit Modeling Section

21 Algebraic-Sign-ized Section

22 The Amount Control Section of Signs

23 Image Quality Control Section

24 Priority Table

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-64104

(P2004-64104A)

(43) 公開日 平成16年2月26日 (2004.2.26)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H04N 1/41	H04N 1/41 B	5C059
H03M 7/30	H03M 7/30 A	5C078
H03M 7/40	H03M 7/40	5J064
H04N 7/30	H04N 7/133 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 24 O L (全 47 頁)

(21) 出願番号	特願2002-215401 (P2002-215401)	(71) 出願人	591128453
(22) 出願日	平成14年7月24日 (2002.7.24)		株式会社メガチップス
			大阪市淀川区宮原4丁目1番6号
		(74) 代理人	100089233
			弁理士 吉田 茂明
		(74) 代理人	100088672
			弁理士 吉竹 英俊
		(74) 代理人	100088845
			弁理士 有田 貴弘
		(72) 発明者	水野 雄介
			大阪市淀川区宮原4丁目1番6号 株式会
			社メガチップス内
		Fターム (参考)	5C059 KK15 MA00 MA24 MA35 MC11
			ME11 PP14 TA68 TB08 TC38
			UA02 UA15 UA39

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧縮符号化装置、圧縮符号化方法およびプログラム

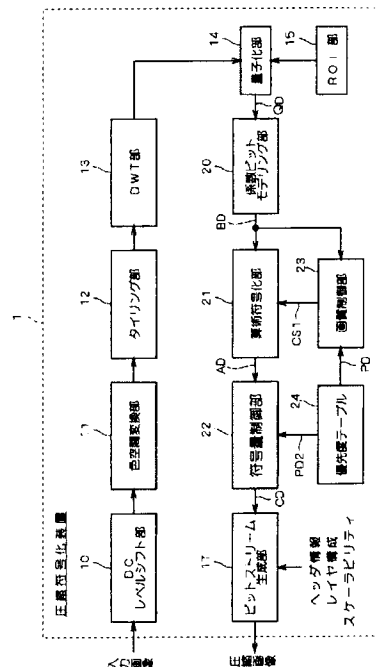
(57) 【要約】

【課題】 少ない演算量で高速に動作する圧縮符号化装置の提供。

【解決手段】 圧縮符号化装置1において、タイリング部12は、色空間変換部11から入力する画像信号をタイルに分割してDWT部13に出力する。DWT部13は、入力信号をウェーブレット変換して得た変換係数を出し、係数ビットモデリング部20は、量子化部14で必要に応じてスカラー量子化された前記変換係数QDに対してビットプレーン単位のビットモデリング処理を施す。算術符号化部21は、係数ビットモデリング部20から入力する符号化データBDのうち、画質制御部23から指定された符号化対象のみを算術符号化する。符号量制御部22は、算術符号化部21から入力する符号化データADのレート制御する。画質制御部23は、優先度テーブル24から得た優先度データPDに従って、各帯域成分の変換係数を優先度に対応するビット数だけシフトさせて前記符号化対象を決定する。

【選択図】

図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像信号を圧縮符号化する圧縮符号化装置であって、
ウェーブレット変換により画像信号を高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成出力するウェーブレット変換部と、
前記変換係数のうち、指定された符号化対象のみを選択的にエントロピー符号化するエントロピー符号化部と、
前記各帯域成分に対して前記低域成分に再帰的に帯域分割された回数に応じて優先度を設定すると共に、前記エントロピー符号化部に指定する前記符号化対象を前記優先度に応じて決定する画質制御部と、
を備えることを特徴とする圧縮符号化装置。

10

【請求項2】

請求項1記載の圧縮符号化装置であって、前記画質制御部は、人間の視覚特性を考慮した重み付けをされた前記優先度を用いる機能を有する、圧縮符号化装置。

【請求項3】

請求項1または2記載の圧縮符号化装置であって、前記画質制御部は、前記各帯域成分の変換係数を前記優先度に対応するビット数だけシフトさせて得た変換係数から、前記符号化対象を決定する、圧縮符号化装置。

【請求項4】

請求項1～3の何れか1項に記載の圧縮符号化装置であって、
前記ウェーブレット変換部から出力された前記変換係数を、当該変換係数の各ビットを2次元配列して構成される複数のビットプレーンに分解すると共に、前記ビットプレーンを前記各ビットの有意性に応じて決定される符号化パスに分解して符号化データを生成する係数ビットモデリング部を更に備え、
前記エントロピー符号化部は、前記係数ビットモデリング部で生成された前記符号化データのうち、前記指定された符号化対象のみを選択的にエントロピー符号化する、圧縮符号化装置。

20

【請求項5】

請求項4記載の圧縮符号化装置であって、前記画質制御部は、前記符号化対象を前記ビットプレーン単位で決定する機能を有する、圧縮符号化装置。

30

【請求項6】

請求項4記載の圧縮符号化装置であって、前記画質制御部は、前記符号化対象を前記符号化パス単位で決定する機能を有する、圧縮符号化装置。

【請求項7】

請求項4～6の何れか1項に記載の圧縮符号化装置であって、
前記エントロピー符号化部から出力された符号化データのレートを制御する符号量制御部を更に備え、
前記符号量制御部は、
前記帯域成分、前記ビットプレーンおよび前記符号化パスの中の少なくとも一の単位で、
前記エントロピー符号化部から出力された符号化データの容量の小計を算出する符号量算出部と、
前記符号量算出部で算出した前記小計を用いて、前記符号化データを所定の走査順序で並べ替えて生成した符号列から目標符号量に適合する切り捨て点を算出し、当該切り捨て点よりも前の前記符号列を出力するデータ出力制御部と、
を備えて構成される圧縮符号化装置。

40

【請求項8】

請求項7記載の圧縮符号化装置であって、
前記データ出力制御部は、前記変換係数を、前記優先度の高い順に且つ同一の前記優先度においては高域側から低域側に向けた前記走査順序で並べ替えて前記符号列を生成する、圧縮符号化装置。

50

【請求項 9】

画像信号を圧縮符号化する圧縮符号化方法であって、

(a) ウェーブレット変換により画像信号を高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成する工程と、

(b) 前記変換係数のうち、指定された符号化対象のみを選択的にエントロピー符号化する工程と、

(c) 前記各帯域成分に対して前記低域成分に再帰的に帯域分割された回数に応じて優先度を設定すると共に、前記工程 (b) で指定する前記符号化対象を前記優先度に応じて決定する工程と、

を備えることを特徴とする圧縮符号化方法。

10

【請求項 10】

請求項 9 記載の圧縮符号化方法であって、前記工程 (c) は、人間の視覚特性を考慮した重み付けをされた前記優先度を決定する工程を含む、圧縮符号化方法。

【請求項 11】

請求項 9 または 10 記載の圧縮符号化方法であって、前記工程 (c) は、前記各帯域成分の変換係数を前記優先度に対応するビット数だけシフトさせて得た変換係数から、前記符号化対象を決定する工程である、圧縮符号化方法。

【請求項 12】

請求項 9 ～ 11 の何れか 1 項に記載の圧縮符号化方法であって、前記工程 (a) の後で前記工程 (b) の前に、

20

(d) 前記工程 (a) で生成された前記変換係数を、当該変換係数の各ビットを 2 次元配列して構成される複数のビットプレーンに分解すると共に、前記ビットプレーンを前記各ビットの有意性に応じて決定される符号化パスに分解して符号化データを生成する工程、を更に備え、

前記工程 (b) は、前記工程 (d) で生成された前記符号化データのうち、前記指定された符号化対象のみを選択的にエントロピー符号化する工程である、圧縮符号化方法。

【請求項 13】

請求項 12 記載の圧縮符号化方法であって、前記工程 (c) は、前記符号化対象を前記ビットプレーン単位で決定する工程を含む、圧縮符号化方法。

【請求項 14】

30

請求項 12 記載の圧縮符号化方法であって、前記工程 (c) は、前記符号化対象を前記符号化パス単位で決定する工程を含む、圧縮符号化方法。

【請求項 15】

請求項 12 ～ 14 の何れか 1 項に記載の圧縮符号化方法であって、

(e) 前記工程 (b) でエントロピー符号化された符号化データのレートを制御する工程、を更に備え、

前記工程 (e) は、

(e-1) 前記帯域成分、前記ビットプレーンおよび前記符号化パスのうち少なくとも一の単位で、前記工程 (b) でエントロピー符号化された符号化データの容量の小計を算出する工程と、

40

(e-2) 前記工程 (e-1) で算出した前記小計を用いて、前記符号化データを所定の走査順序で並べ替えて生成した符号列から目標符号量に適合する切り捨て点を算出し、当該切り捨て点よりも前の前記符号列を出力する工程と、

を備えて構成される圧縮符号化方法。

【請求項 16】

請求項 15 記載の圧縮符号化方法であって、前記工程 (e-2) は、前記変換係数を、前記優先度の高い順に且つ同一の前記優先度においては高域側から低域側に向けた前記走査順序で並べ替えて前記符号列を生成する工程を含む、圧縮符号化方法。

【請求項 17】

マイクロプロセッサに画像信号を圧縮符号化させるためのプログラムであって、

50

ウェーブレット変換により画像信号を高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成出力するウェーブレット変換部と、
前記変換係数のうち、指定された符号化対象のみを選択的にエントロピー符号化するエントロピー符号化部と、
前記各帯域成分に対して前記低域成分に再帰的に帯域分割された回数に応じて優先度を設定すると共に、前記エントロピー符号化部に指定する前記符号化対象を前記優先度に応じて決定する画質制御部として、
前記マイクロプロセッサを機能させることを特徴とするプログラム。

【請求項 18】

請求項 17 記載のプログラムであって、前記画質制御部は、人間の視覚特性を考慮した重み付けをされた前記優先度を用いるように前記マイクロプロセッサを機能させるプログラム。 10

【請求項 19】

請求項 17 または 18 記載のプログラムであって、前記画質制御部は、前記各帯域成分の変換係数を前記優先度に対応するビット数だけシフトさせて得た変換係数から、前記符号化対象を決定するように前記マイクロプロセッサを機能させるプログラム。

【請求項 20】

請求項 17 ～ 19 の何れか 1 項に記載のプログラムであって、
前記ウェーブレット変換部から出力された前記変換係数を、当該変換係数の各ビットを 2 次元配列して構成される複数のビットプレーンに分解すると共に、前記ビットプレーンを前記各ビットの有意性に応じて決定される符号化パスに分解して符号化データを生成する係数ビットモデリング部として前記マイクロプロセッサを機能させると共に、
前記エントロピー符号化部は、前記係数ビットモデリング部で生成された前記符号化データのうち、前記指定された符号化対象のみを選択的にエントロピー符号化するように前記マイクロプロセッサを機能させるプログラム。 20

【請求項 21】

請求項 20 記載のプログラムであって、前記画質制御部は、前記符号化対象を前記ビットプレーン単位で決定するように前記マイクロプロセッサを機能させるプログラム。

【請求項 22】

請求項 20 記載のプログラムであって、前記画質制御部は、前記符号化対象を前記符号化パス単位で決定するように前記マイクロプロセッサを機能させるプログラム。 30

【請求項 23】

請求項 20 ～ 22 の何れか 1 項に記載のプログラムであって、
前記エントロピー符号化部から出力された符号化データのレートを制御する符号量制御部として前記マイクロプロセッサを機能させると共に、
前記符号量制御部は、
前記帯域成分、前記ビットプレーンおよび前記符号化パスの中の少なくとも一の単位で、前記エントロピー符号化部から出力された符号化データの容量の小計を算出する符号量算出部と、
前記符号量算出部で算出した前記小計を用いて、前記符号化データを所定の走査順序で並べ替えて生成した符号列から目標符号量に適合する切り捨て点を算出し、当該切り捨て点よりも前の前記符号列を出力するデータ出力制御部として、前記マイクロプロセッサを機能させるプログラム。 40

【請求項 24】

請求項 23 記載のプログラムであって、
前記データ出力制御部は、前記変換係数を、前記優先度の高い順に且つ同一の前記優先度においては高域側から低域側に向けた前記走査順序で並べ替えて前記符号列を生成するように前記マイクロプロセッサを機能させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像圧縮伸長技術で使用される圧縮符号化方法および圧縮符号化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

画像データの次世代の高能率符号化方式として、ISO（国際標準化機構）やITU-T（国際電気通信連合電気通信標準化部門）によって、JPEG2000（Joint Photographic Experts Group 2000）方式が策定されている。JPEG2000方式は、現在主流のJPEG（Joint Photographic Experts Group）方式と比べて優れた機能を有するものであり、直交変換としてDWT（離散ウェーブレット変換；Discrete Wavelet Transform）を採用し、エントロピー符号化に、ビットプレーン符号化を行うEBCOT（Embedded Block Coding with Optimized Truncation）と称する方法を採用する点に特徴がある。

10

【0003】

図22は、JPEG2000方式に基づいた画像の圧縮符号化装置の概略構成を示す機能ブロック図である。以下、この図22を参照しつつ、JPEG2000方式の圧縮符号化手順について概説する。

【0004】

この圧縮符号化装置100に入力する画像信号は、DCレベルシフト部102で必要に応じてDCレベル変換を施された後に、色空間変換部103に出力される。次に、色空間変換部103は、DCレベルシフト部102から入力する信号の色空間を変換する。ここで、例えば、色空間変換部103に入力するRGB信号はYCbCr信号（輝度信号Yと色差信号Cb, Crからなる信号）に変換される。

20

【0005】

次に、タイリング部104は、色空間変換部103から入力する画像信号を、複数の矩形状の「タイル」と称する領域成分に分割してDWT部105に出力する。DWT部105は、タイリング部104から入力する画像信号に対してタイル単位で整数型または実数型のDWTを施し、その結果得られる変換係数を出力する。DWTでは、2次元画像信号に対して、高域成分（高周波数成分）と低域成分（低周波数成分）とに分割する1次元フィルタが垂直方向と水平方向の順に適用される。JPEG2000の基本方式では、垂直方向と水平方向との双方向に低域側に分割した帯域成分のみを再帰的に帯域分割していくオクターブ分割方式が採用されている。またその再帰的に帯域分割した回数は、分解レベル（decomposition level）と呼ばれる。

30

【0006】

図23は、オクターブ分割方式に従って、分解レベル3のDWTを施された2次元画像120を示す模式図である。分解レベル1では、2次元画像120は、垂直方向と水平方向とに前述の1次元フィルタを順次適用することで、HH1, HL1, LH1およびLL1（図示せず）の4つの帯域成分に分割される。ここで、「H」は高域成分を、「L」は低域成分をそれぞれ示している。例えば、HL1は、分解レベル1における水平方向の高域成分Hと垂直方向の低域成分Lとからなる帯域成分である。その表記法を一般化して、「XYn」（X, YはH, Lの何れか；nは1以上の整数）は、分解レベルnにおける水平方向の帯域成分Xと垂直方向の帯域成分Yとからなる帯域成分を指すものとする。

40

【0007】

分解レベル2では、低域成分LL1は、HH2, HL2, LH2およびLL2（図示せず）に帯域分割される。更に、分解レベル3では、低域成分LL2は、HH3, HL3, LH3およびLL3に帯域分割される。以上で生成された帯域成分HH1～LL3を配列したのが図23である。図23では、3次の分解レベルの例が示されているが、JPEG2000方式では、一般に、3次～8次程度の分解レベルが採用される。

【0008】

50

次に、量子化部106は、DWT部105から出力された変換係数を、必要に応じてスカラー量子化する機能を有する。また量子化部106は、ROI部107による指定領域（ROI; Region Of Interest）の画質を優先させるビットシフト処理を行う機能も有している。尚、可逆（ロスレス）変換を行う場合には、量子化部106でのスカラー量子化は行われない。JPEG2000方式では、この量子化部106でのスカラー量子化と後述するポスト量子化（truncation）との2種類の量子化手段が用意されている。

【0009】

次に、量子化部106から出力された変換係数は、上述のEBCTに従って、係数ビットモデリング部108と算術符号化部109とで順次、ブロックベースのエントロピー符号化を施され、符号量制御部110でレートを制御される。

10

具体的には、係数ビットモデリング部108は、入力する変換係数の帯域成分を 16×16 や 32×32 や 64×64 程度の「コードブロック」と称する領域に分割し、更に、各コードブロックを、各ビットの2次元配列で構成される複数のビットプレーンに分解する。

【0010】

図24は、複数のコードブロック121, 121, 121, ...に分解された2次元画像120を示す模式図である。また、図25は、このコードブロック121を構成する n 枚のビットプレーン $122_0 \sim 122_{n-1}$ （ n :自然数）を示す模式図である。図25に示すように、コードブロック121中の1点の変換係数の2進値123が"011...0"である場合、この2進値123を構成するビットは、それぞれ、ビットプレーン 122_{n-1} , 122_{n-2} , 122_{n-3} , ..., 122_0 に属するように分解される。図中のビットプレーン 122_{n-1} は、変換係数の最上位ビット（MSB）のみからなる最上位ビットプレーンを表し、ビットプレーン 122_0 は、その最下位ビット（LSB）のみからなる最下位ビットプレーンを表している。

20

【0011】

更に、係数ビットモデリング部108は、各ビットプレーン 122_k （ $k=0 \sim n-1$ ）内の各ビットのコンテキスト（context）判定を行い、図26に示すように、各ビットの有意性（判定結果）に応じて、ビットプレーン 122_k を3種類の符号化パス、すなわち、CLパス（Cleanup pass）、MRパス（Magnitude Refinement pass）、SIGパス（SIGnificance propagation pass）に分解する。各符号化パスに関するコンテキスト判定のアルゴリズムは、EBCTで定められている。それによれば、「有意である」とは、これまでの符号化処理において注目係数がゼロでないとわかっている状態のことを意味し、「有意で無い」とは、係数値がゼロであるか、或いはゼロである可能性がある状態のことを意味する。

30

【0012】

係数ビットモデリング部108は、SIGパス（有意な係数が周囲にある有意でない係数の符号化パス）、MRパス（有意な係数の符号化パス）およびCLパス（SIGパス、MRパスに該当しない残りの係数情報の符号化パス）の3種類の符号化パスでビットプレーン符号化を実行する。ビットプレーン符号化は、最上位ビットプレーンから最下位ビットプレーンにかけて、各ビットプレーンのビットを4ビット単位で走査し、有意な係数が存在するか否かを判定することで行われる。有意で無い係数（0ビット）のみで構成されるビットプレーンの数はパケットヘッダに記録され、有意な係数が最初に出現したビットプレーンから実際の符号化が開始される。その符号化開始のビットプレーンはCLパスのみで符号化され、当該ビットプレーンよりも下位のビットプレーンは、上記3種類の符号化パスで順次符号化される。

40

【0013】

尚、図27に、レート（符号量; R）と歪み（D）の関係を表すR-D曲線を示す。このR-D曲線中、 R_1 はビットプレーン符号化前のレート、 R_2 はビットプレーン符号化後

50

のレート、 D_1 はビットプレーン符号化前の歪み、 D_2 はビットプレーン符号化後の歪み、をそれぞれ示している。また、 A 、 B 、 C は、上述の符号化パスを表すラベルである。効率的な符号化を行うには、開始点 P_1 (R_1 、 D_1) から終了点 (R_2 、 D_2) へ向かう経路のうち、凸曲線の $C-B-A$ の経路よりも、凹曲線の $A-B-C$ の経路を採用するのが好ましい。このような凹曲線を実現するには、 MSB プレーンから LSB プレーンに向けて符号化すればよいことが知られている。

【0014】

次に、算術符号化部 109 は、 MQ コーダを用いて、係数ビットモデリング部 108 からの係数列に対して、コンテキストの判定結果に基づいて符号化パス単位で算術符号化を実行する。尚、この算術符号化部 109 で、係数ビットモデリング部 108 から入力する係数列の一部を算術符号化させないバイパス処理を行うモードもある。

10

【0015】

次に、符号量制御部 110 は、算術符号化部 109 が出力した符号列の下位ビットプレーンを切り捨てるポスト量子化を行うことで、最終符号量を制御する。

そして、ビットストリーム生成部 111 は、符号量制御部 110 が出力した符号列と付加情報（ヘッダ情報、レイヤー構成、スケーラビリティ情報、量子化テーブルなど）とを多重化したビットストリームを生成し、圧縮画像として出力する。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】

従来、符号量制御部 110 におけるレート制御方法としては、レート・歪み最適化 ($R-D$ optimization) と称する手法が採用されている。レート・歪み最適化のアルゴリズムについては、「David S. Taubman and Michael W. Marcellin, "JPEG 2000 IMAGE COMPRESSION FUNDAMENTALS, STANDARDS AND PRACTICE," Kluwer Academic Publishers」の文献（以下、参考文献 A と呼ぶ。）に開示されている。

20

【0017】

しかしながら、この手法では、(1) レートに対する歪量を各符号化パスで一々算出する必要があり、また或る符号化レートにおける最適解を推定しなければならず、演算量が多くなりリアルタイム性が低下する、(2) 各符号化パスで算出した歪量を保存するためのメモリが必要になる、という問題がある。

30

【0018】

以上の問題などに鑑みて本発明が課題とするところは、符号化レートに対する歪みを抑制し得る符号化処理を、少ない演算量で且つ高速に実行し得る圧縮符号化装置および圧縮符号化方法を提供する点にある。

【0019】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、請求項 1 に係る発明は、画像信号を圧縮符号化する圧縮符号化装置であって、ウェーブレット変換により画像信号を高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成出力するウェーブレット変換部と、前記変換係数のうち、指定された符号化対象のみを選択的にエントロピー符号化するエントロピー符号化部と、前記各帯域成分に対して前記低域成分に再帰的に帯域分割された回数に応じて優先度を設定すると共に、前記エントロピー符号化部に指定する前記符号化対象を前記優先度に応じて決定する画質制御部と、を備えることを特徴としている。

40

【0020】

請求項 2 に係る発明は、請求項 1 記載の圧縮符号化装置であって、前記画質制御部は、人間の視覚特性を考慮した重み付けをされた前記優先度を用いる機能を有したものである。

【0021】

請求項 3 に係る発明は、請求項 1 または 2 記載の圧縮符号化装置であって、前記画質制御部は、前記各帯域成分の変換係数を前記優先度に対応するビット数だけシフトさせて得た

50

変換係数から、前記符号化対象を決定するものである。

【0022】

請求項4に係る発明は、請求項1～3の何れか1項に記載の圧縮符号化装置であって、前記ウェーブレット変換部から出力された前記変換係数を、当該変換係数の各ビットを2次元配列して構成される複数のビットプレーンに分解すると共に、前記ビットプレーンを前記各ビットの有意性に応じて決定される符号化パスに分解して符号化データを生成する係数ビットモデリング部を更に備え、前記エントロピー符号化部は、前記係数ビットモデリング部で生成された前記符号化データのうち、前記指定された符号化対象のみを選択的にエントロピー符号化するものである。

【0023】

請求項5に係る発明は、請求項4記載の圧縮符号化装置であって、前記画質制御部は、前記符号化対象を前記ビットプレーン単位で決定する機能を有したものである。

【0024】

請求項6に係る発明は、請求項4記載の圧縮符号化装置であって、前記画質制御部は、前記符号化対象を前記符号化パス単位で決定する機能を有したものである。

【0025】

請求項7に係る発明は、請求項4～6の何れか1項に記載の圧縮符号化装置であって、前記エントロピー符号化部から出力された符号化データのレートを制御する符号量制御部を更に備え、前記符号量制御部は、前記帯域成分、前記ビットプレーンおよび前記符号化パスの中の少なくとも一の単位で、前記エントロピー符号化部から出力された符号化データの容量の小計を算出する符号量算出部と、前記符号量算出部で算出した前記小計を用いて、前記符号化データを所定の走査順序で並べ替えて生成した符号列から目標符号量に適合する切り捨て点を算出し、当該切り捨て点よりも前の前記符号列を出力するデータ出力制御部と、を備えて構成したものである。

【0026】

請求項8に係る発明は、請求項7記載の圧縮符号化装置であって、前記データ出力制御部は、前記変換係数を、前記優先度の高い順に且つ同一の前記優先度においては高域側から低域側に向けた前記走査順序で並べ替えて前記符号列を生成するものである。

【0027】

次に、請求項9に係る発明は、画像信号を圧縮符号化する圧縮符号化方法であって、(a) ウェーブレット変換により画像信号を高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成する工程と、(b) 前記変換係数のうち、指定された符号化対象のみを選択的にエントロピー符号化する工程と、(c) 前記各帯域成分に対して前記低域成分に再帰的に帯域分割された回数に応じて優先度を設定すると共に、前記工程(b)で指定する前記符号化対象を前記優先度に応じて決定する工程と、を備えることを特徴としている。

【0028】

請求項10に係る発明は、請求項9記載の圧縮符号化方法であって、前記工程(c)は、人間の視覚特性を考慮した重み付けをされた前記優先度を決定する工程を含むものである。

【0029】

請求項11に係る発明は、請求項9または10記載の圧縮符号化方法であって、前記工程(c)を、前記各帯域成分の変換係数を前記優先度に対応するビット数だけシフトさせて得た変換係数から、前記符号化対象を決定する工程としたものである。

【0030】

請求項12に係る発明は、請求項9～11の何れか1項に記載の圧縮符号化方法であって、前記工程(a)の後で前記工程(b)の前に、(d) 前記工程(a)で生成された前記変換係数を、当該変換係数の各ビットを2次元配列して構成される複数のビットプレーンに分解すると共に、前記ビットプレーンを前記各ビットの有意性に応じて決定される符号化パスに分解して符号化データを生成する工程、を更に備え、前記工程(b)を、前記工

10

20

30

40

50

程（d）で生成された前記符号化データのうち、前記指定された符号化対象のみを選択的にエントロピー符号化する工程としたものである。

【0031】

請求項13に係る発明は、請求項12記載の圧縮符号化方法であって、前記工程（c）は、前記符号化対象を前記ビットプレーン単位で決定する工程を含むものである。

【0032】

請求項14に係る発明は、請求項12記載の圧縮符号化方法であって、前記工程（c）は、前記符号化対象を前記符号化パス単位で決定する工程を含むものである。

【0033】

請求項15に係る発明は、請求項12～14の何れか1項に記載の圧縮符号化方法であって、（e）前記工程（b）でエントロピー符号化された符号化データのレートを制御する工程、を更に備え、前記工程（e）は、（e-1）前記帯域成分、前記ビットプレーンおよび前記符号化パスのうち少なくとも一の単位で、前記工程（b）でエントロピー符号化された符号化データの容量の小計を算出する工程と、（e-2）前記工程（e-1）で算出した前記小計を用いて、前記符号化データを所定の走査順序で並べ替えて生成した符号列から目標符号量に適合する切り捨て点を算出し、当該切り捨て点よりも前の前記符号列を出力する工程と、を備えて構成したものである。

10

【0034】

請求項16に係る発明は、請求項15記載の圧縮符号化方法であって、前記工程（e-2）は、前記変換係数を、前記優先度の高い順に且つ同一の前記優先度においては高域側から低域側に向けた前記走査順序で並べ替えて前記符号列を生成する工程を含むものである。

20

【0035】

次に、請求項17に係る発明は、マイクロプロセッサに画像信号を圧縮符号化させるためのプログラムであって、ウェーブレット変換により画像信号を高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割して複数の帯域成分の変換係数を生成出力するウェーブレット変換部と、前記変換係数のうち、指定された符号化対象のみを選択的にエントロピー符号化するエントロピー符号化部と、前記各帯域成分に対して前記低域成分に再帰的に帯域分割された回数に応じて優先度を設定すると共に、前記エントロピー符号化部に指定する前記符号化対象を前記優先度に応じて決定する画質制御部として、前記マイクロプロセッサを機能させることを特徴とするものである。

30

【0036】

請求項18に係る発明は、請求項17記載のプログラムであって、前記画質制御部は、人間の視覚特性を考慮した重み付けをされた前記優先度を用いるように前記マイクロプロセッサを機能させるものである。

【0037】

請求項19に係る発明は、請求項17または18記載のプログラムであって、前記画質制御部は、前記各帯域成分の変換係数を前記優先度に対応するビット数だけシフトさせて得た変換係数から、前記符号化対象を決定するように前記マイクロプロセッサを機能させるものである。

40

【0038】

請求項20に係る発明は、請求項17～19の何れか1項に記載のプログラムであって、前記ウェーブレット変換部から出力された前記変換係数を、当該変換係数の各ビットを2次元配列して構成される複数のビットプレーンに分解すると共に、前記ビットプレーンを前記各ビットの有意性に応じて決定される符号化パスに分解して符号化データを生成する係数ビットモデリング部として前記マイクロプロセッサを機能させると共に、前記エントロピー符号化部は、前記係数ビットモデリング部で生成された前記符号化データのうち、前記指定された符号化対象のみを選択的にエントロピー符号化するように前記マイクロプロセッサを機能させるものである。

【0039】

50

請求項 21 に係る発明は、請求項 20 記載のプログラムであって、前記画質制御部は、前記符号化対象を前記ビットプレーン単位で決定するように前記マイクロプロセッサを機能させるものである。

【0040】

請求項 22 に係る発明は、請求項 20 記載のプログラムであって、前記画質制御部は、前記符号化対象を前記符号化パス単位で決定するように前記マイクロプロセッサを機能させるものである。

【0041】

請求項 23 に係る発明は、請求項 20～22 の何れか 1 項に記載のプログラムであって、前記エントロピー符号化部から出力された符号化データのレートを制御する符号量制御部として前記マイクロプロセッサを機能させると共に、前記符号量制御部は、前記帯域成分、前記ビットプレーンおよび前記符号化パスの中の少なくとも一の単位で、前記エントロピー符号化部から出力された符号化データの容量の小計を算出する符号量算出部と、前記符号量算出部で算出した前記小計を用いて、前記符号化データを所定の走査順序で並べ替えて生成した符号列から目標符号量に適合する切り捨て点を算出し、当該切り捨て点よりも前の前記符号列を出力するデータ出力制御部として、前記マイクロプロセッサを機能させるものである。

10

【0042】

請求項 24 に係る発明は、請求項 23 記載のプログラムであって、前記データ出力制御部は、前記変換係数を、前記優先度の高い順に且つ同一の前記優先度においては高域側から低域側に向けた前記走査順序で並べ替えて前記符号列を生成するように前記マイクロプロセッサを機能させるものである。

20

【0043】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について説明する。

【0044】

圧縮符号化装置。

図 1 は、本発明の実施形態に係る圧縮符号化装置 1 の概略構成を示す機能ブロック図である。この圧縮符号化装置 1 の構成と機能について概説した後に、本実施形態に係る符号化ブロックとその符号化方法を詳説する。

30

【0045】

この圧縮符号化装置 1 は、DC レベルシフト部 10、色空間変換部 11、タイリング部 12、DWT 部 13、量子化部 14、ROI 部 15、係数ビットモデリング部 20、算術符号化部（エントロピー符号化部）21、符号量制御部 22、画質制御部 23、優先度テーブル 24 およびビットストリーム生成部 17 を備えて構成される。

【0046】

尚、この圧縮符号化装置 1 を構成する各処理部 10～15、17、20～24 の全部または一部は、ハードウェアで構成されてもよいし、マイクロプロセッサを機能させるプログラムで構成されていてもよい。

【0047】

この圧縮符号化装置 1 に入力した画像信号は、DC レベルシフト部 10 で必要に応じて DC レベル変換を施された後に、色空間変換部 11 に出力される。色空間変換部 11 は入力信号を色空間変換して出力する。JPEG 2000 方式によれば、色空間変換として、可逆変換用の RCT (Reversible Component Transformation) と、非可逆変換用の ICT (Irreversible Component Transformation) とが用意されており、何れか一方を適宜選択できる。これにより、例えば、入力する RGB 信号が YCbCr 信号或いは YUV 信号に変換される。

40

【0048】

次に、タイリング部 12 は、色空間変換部 11 から入力する画像信号を、複数の矩形状の

50

「タイル」と称する領域成分に分割してDWT部13に出力する。尚、必ずしも、画像信号をタイルに分割する必要は無く、1フレーム分の画像信号をそのまま次段の機能ブロックに出力してもよい。

【0049】

次に、DWT部13は、タイリング部12から入力する画像信号に対してタイル単位で整数型または実数型のDWTを施すことで、上記オクターブ分割方式に従って画像信号を高域成分と低域成分とに再帰的に帯域分割する。その結果、図23に示したような複数の帯域成分（サブバンド）HH1～LL3の変換係数が生成され量子化部14に出力される。具体的には、実数型DWTであれば、 9×7 タップ、 5×3 タップまたは 7×5 タイプなどのフィルタが使用され、整数型DWTであれば、 5×3 タップまたは 13×7 タップなどのフィルタが使用される。また、これらフィルタの処理を畳み込み演算で実行してもよいし、或いは、畳み込み演算よりも効率的なリフティング構成（Lifting scheme）で実行してもよい。

10

【0050】

量子化部14は、DWT部13から入力する変換係数をスカラー量子化する機能を有する。また量子化部14は、ROI部15による指定領域（ROI; Region Of Interest）の画質を優先させるビットシフト処理を行う機能も有している。量子化部14ではスカラー量子化を行ってもよいし、スカラー量子化を行わなくてもよい。

【0051】

次に、量子化部14から出力された変換係数QDは、係数ビットモデリング部20と算術符号化部21とで順次、ブロックベースのエントロピー符号化を施され、符号量制御部22でレート制御される。

20

【0052】

係数ビットモデリング部20は、図22に示した係数ビットモデリング部108と同様に、入力する変換係数QDの帯域成分を 32×32 や 64×64 程度のコードブロックに分割し、更に、各コードブロックを、各ビットを2次元配列して構成される複数のビットプレーンに分解する。この結果、各コードブロックは、図25に示したような複数のビットプレーン $122_0 \sim 122_{n-1}$ に分解される。係数ビットモデリング部20は、更に、各ビットのコンテキスト判定を行い、各ビットプレーンを3種類のCLパス（Cleanup pass）、MRパス（Magnitude Refinement pass）およびSIGパス（SIGNificance propagation pass）の符号化パスに分解して符号化し、その結果得た符号化データBDを出力する。

30

【0053】

次に、算術符号化部21は、係数ビットモデリング部20から入力する符号化データBDのうち、画質制御部23から指定された符号化対象のみを算術符号化し、その結果得た符号化データADを符号量制御部22に出力する。ここで、算術符号化部21は、前記符号化対象の一部を算術符号化せずに、当該符号化対象をそのまま符号化データADに含めて出力するバイパス処理を行う場合もある。

尚、本実施形態は、算術符号化を採用するが、これに限らず、他の方式のエントロピー符号化を採用しても構わない。

40

【0054】

ここで、画質制御部23は、優先度テーブル24から取得した優先度データPDに従って、各帯域成分に対して符号化順位を示す優先度を設定し、この優先度に応じて算術符号化部21に指定する符号化対象を決定する。優先度の設定方法と符号化対象の決定方法については後述する。

【0055】

次に、符号量制御部22は、優先度テーブル24から取得した優先度データPD2を用いて、算術符号化部21から入力する符号化データADのレートを制御する機能を有する。すなわち、符号量制御部22は、目標符号量（最終的な圧縮画像の符号量）に合わせて、符号化データADを、帯域成分単位、ビットプレーン単位或いは符号化パス単位で優先度

50

の低いものから順に切り捨てるというポスト量子化を実行する機能を有する。このポスト量子化の処理方法については後述する。

【0056】

そして、ビットストリーム生成部17は、符号量制御部22から出力された符号化データCDと付加情報（ヘッダ情報、レイヤー構成、スケーラビリティ、量子化テーブルなど）とを多重化したビットストリームを生成し、圧縮画像として外部に出力する。

【0057】

優先度設定方法（第1実施例）。

次に、優先度テーブル24に記録する優先度の設定方法の第1実施例について説明する。本発明では、優先度は、各帯域成分（サブバンド）に対して、低域成分に再帰的に帯域分割された回数に応じて決定される。本実施例では、分解レベル n （ $n: 1$ 以上の整数）における帯域成分 HH_n の優先度は「 $n-1$ 」、帯域成分 HL_n および LH_n の優先度は「 $(n-1)+1$ 」、帯域成分 LL_n の優先度は「 $(n-1)+2$ 」にそれぞれ決定される。例えば、図23に示す帯域成分 HH_1 の優先度は「0」、帯域成分 LL_3 の優先度は「4」に設定される。図2は、オクターブ分割方式に従って帯域分割した2次元画像25を示す模式図である。各帯域成分に優先度「0」、「1」、「2」、「3」、「4」の何れかが付されている。

【0058】

優先度テーブル24には、帯域成分 HH_n 、 HL_n 、 LH_n 、 LL_n のそれぞれに対応する優先度の情報が記録されており、画質制御部23および符号量制御部22は、この優先度テーブル24から取得した優先度データPD、PD2に従って、各帯域成分に対して優先度を設定する。具体的には、各帯域成分の変換係数を優先度に対応するビット数だけシフトさせることで、各変換係数に対して優先度が設定される。尚、このビットシフト処理では、必ずしも、各変換係数に対して実際にビットシフト演算を施す必要は無く、変換係数の各ビットの位置を仮想的にシフトさせればよい。この場合、変換係数の各ビットが属するビットプレーンの位置は変わらない。

【0059】

図3は、ビットシフトによる優先度設定処理を説明するための図である。図2に示した例では、帯域成分 LL_3 の優先度は「4」であるから、該当する変換係数26は4ビット左シフトされている。また、優先度「3」を設定された帯域成分 HL_3 、 LH_3 の変換係数26、26は、3ビット左シフトされ、優先度「2」を設定された帯域成分 HH_3 、 HL_2 、 LH_2 の変換係数26、26、26は、2ビット左シフトされ、優先度「1」を設定された帯域成分 HH_2 、 HL_1 、 LH_1 の変換係数26、26、26は、1ビット左シフトされる。このとき、図4に示すように、ビットシフト前の2次元画像25Aの変換係数は、前述の左ビットシフト処理によって2次元画像25Bで示す変換係数に変化する。例えば、帯域成分 LL_3 の変換係数値（=4）は、4ビットの左シフトにより、 $4 \times 2^4 = 64$ に変換される。

【0060】

後述するように、画質制御部23は、図3に示したような、ビットシフトした変換係数列から、算術符号化部21に指示する符号化対象を効率的に決定することができる。

【0061】

次に、以上のように優先度を設定する理由（理論的背景）を以下に説明する。

【0062】

上述した従来のレート・歪み最適化（Rate-Distortion Optimization）の方法では、歪測度を利用した最適化処理が行われていた。David S. Taubmanらによる前記参考文献Aによれば、歪測度 $D_j^{(z)}$ は次式（1）に従って算出される。

【0063】

【数1】

$$D_i^{(z)} = G_{b[i]} \sum_j \left(oy_i^{K[i,j]}[j] - y_i[j] \right)^2 \quad \cdots (1)$$

但し、 $K[i, j] = p_i^{(z)}[j]$

【0064】

上式(1)中、 z は、ビット切り捨て点(bit truncation point)； $oy_i^{K[i,j]}[j]$ は、 $K[i, j]$ 番目のビットプレーンで逆量子化されたコードブロックの j 番目のサンプル値(係数値)； $y_i[j]$ は、当該コードブロックの j 番目のサンプル値(係数値)； $G_{b[i]}$ は、サブバンド $b[i]$ に対応する合成フィルタ係数のノルムの二乗であって、当該サブバンド b に依存する歪モデルの重み係数を示している。尚、説明の便宜上、上式(1)に示した記号の表記法は、参考文献Aでのそれとは若干異なる。

10

【0065】

レート・歪み最適化では、この歪測度 $D_i^{(z)}$ のサブバンド $b[i]$ における総和量を最小にするような最適化処理が行われる。サブバンド b の重み係数 G_b は、画像の歪みを低減させるための重み付けを表している。

【0066】

サブバンド b の重み係数 G_b は、次式(2)に従って算出される。

20

【0067】

【数2】

$$G_b = \|S_b\|^2 \quad (\text{但し、} S_b = s_b[n]) \quad \cdots (2)$$

【0068】

ここで、上式(2)中、 $s_b[n]$ は、サブバンド b の1次元合成フィルタ係数を示している。また、記号 $\|x\|$ は、ベクトル x に関するノルムを示す。

30

【0069】

参考文献Aに記載される数式(4.39)と(4.40)によれば、分解レベル1における低域成分 $L1$ の1次元合成フィルタ係数 $s_{L[1]}[n]$ と、同分解レベルにおける高域成分 $H1$ の1次元合成フィルタ係数 $s_{H[1]}[n]$ とは、次式(3)に従って算出される。

【0070】

【数3】

$$\begin{cases} s_{L[1]}[n] = g_0[n] \\ s_{H[1]}[n] = g_1[n] \end{cases} \quad \cdots (3)$$

40

【0071】

ここで、上式(3)中、 $g_0[n]$ は、画像信号を帯域分割する順変換フィルタのローパス・フィルタ係数、 $g_1[n]$ は、そのハイパス・フィルタ係数をそれぞれ示している。

【0072】

また、分解レベル d ($d = 1, 2, \dots, D$)における低域成分 Ld の1次元合成フィルタ係数 $s_{L[d]}[n]$ と、同分解レベルにおける高域成分 Hd の1次元合成フィルタ係数 $s_{H[d]}[n]$ とは、次式(4)に従って算出される。

【0073】

50

【数 4】

$$\begin{cases} s_{L[d]}[n] = \sum_k s_{L[d-1]}[k] g_0[n-2k] \\ s_{H[d]}[n] = \sum_k s_{H[d-1]}[k] g_0[n-2k] \end{cases} \dots (4)$$

【0074】

そして、分解レベル d における低域成分 $L[d]$ の 1 次元合成フィルタ係数のノルムの二乗は 10
、次式 (5) に従って算出される。

【0075】

【数 5】

$$G_{L[d]} = \|s_{L[d]}[n]\|^2 = \sum_j |s_{L[d]}[j]|^2 \dots (5)$$

【0076】

高域成分の 1 次元合成フィルタ係数のノルムの二乗も、上式 (5) と同様にして算出する 20
ことができる。

【0077】

次に、分解レベル d ($d = 1, 2, \dots, D$; D は整数) における帯域成分 $LL[d]$, $HL[d]$, $LH[d]$, $HH[d]$ の 2 次元合成フィルタ係数は、上記 1 次元合成フィルタ係数の積で表現
することができ、帯域成分 b の 2 次元の重み係数 G_b も、1 次元の重み係数の積で表現
することができる。具体的には、2 次元合成フィルタ係数と 2 次元の重み係数とは、次式 (6)
に従って算出される。

【0078】

【数 6】

$$\begin{cases} s_{LL[d]}[n_1, n_2] = s_{L[d]}[n_1] s_{L[d]}[n_2] \Rightarrow G_{LL[d]} = G_{L[d]} \cdot G_{L[d]} \\ s_{HL[d]}[n_1, n_2] = s_{L[d]}[n_1] s_{H[d]}[n_2] \Rightarrow G_{HL[d]} = G_{L[d]} \cdot G_{H[d]} \\ s_{LH[d]}[n_1, n_2] = s_{H[d]}[n_1] s_{L[d]}[n_2] \Rightarrow G_{LH[d]} = G_{H[d]} \cdot G_{L[d]} \\ s_{HH[d]}[n_1, n_2] = s_{H[d]}[n_1] s_{H[d]}[n_2] \Rightarrow G_{HH[d]} = G_{H[d]} \cdot G_{H[d]} \end{cases} \dots (6)$$

30

【0079】

上式 (6) 中、添字 $LL[d]$ はサブバンド $LL[d]$ を示し、 $HL[d]$, $LH[d]$ およ
び $HH[d]$ はそれぞれサブバンド $HL[d]$, $LH[d]$ および $HH[d]$ を表している。 40

【0080】

重み係数 G_b の平方根がノルムである。以下の表 1～表 4 に、2 次元の重み係数 G_b に関
する計算結果を示す。表 1 に、(9, 7) フィルタ (9×7 タップのフィルタ) の各帯域
成分のノルムの二乗の数値を、表 2 には、表 1 に対応するノルムの数値をそれぞれ示す。
また、表 3 に、(5, 3) フィルタ (5×3 タップのフィルタ) の各帯域成分のノルムの
二乗の数値を、表 4 には、表 3 に対応するノルムの数値をそれぞれ示す。

【0081】

【表 1】

(9.7)フィルタの歪の重み係数G (ノルムの二乗)

分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	3.86479	1.02270	1.02270	0.27063
2	16.99426	3.98726	3.98726	0.93551
3	70.84158	17.50056	17.50056	4.32330
4	286.81360	72.83113	72.83113	18.49415
5	1150.90066	294.69647	294.69647	75.45917
6	4607.30956	1182.34209	1182.34209	303.41630
7	18432.96262	4732.98083	4732.98083	1215.27440
8	73735.57967	18935.55202	18935.55202	4862.71528
9	294946.04918	75745.84127	75745.84127	19452.48118
10	1179787.92756	302986.99951	302986.99951	77811.54539
11	4719155.44117	1211951.63280	1211951.63280	311247.80240

10

【 0 0 8 2 】

【 表 2 】

20

(9.7)フィルタのノルム

分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	1.96591	1.01129	1.01129	0.52022
2	4.12241	1.99681	1.99681	0.96722
3	8.41674	4.18337	4.18337	2.07926
4	16.93557	8.53412	8.53412	4.30048
5	33.92493	17.16673	17.16673	8.68672
6	67.87717	34.38520	34.38520	17.41885
7	135.76805	68.79666	68.79666	34.86079
8	271.54296	137.60651	137.60651	69.73317
9	543.08936	275.21962	275.21962	139.47215
10	1086.18043	550.44255	550.44255	278.94721
11	2172.36172	1100.88675	1100.88675	557.89587

30

【 0 0 8 3 】

【 表 3 】

40

(5.3)フィルタの歪の重み係数G (ノルムの二乗)

分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	2.25000	1.07813	1.07813	0.51660
2	7.56250	2.53516	2.53516	0.84985
3	28.89063	8.52441	8.52441	2.51520
4	114.22266	32.52173	32.52173	9.25966
5	455.55566	128.52106	128.52106	36.25827
6	1820.88892	512.52089	512.52089	144.25793
7	7282.22223	2048.52085	2048.52085	576.25784
8	29127.55556	8192.52084	8192.52084	2304.25782
9	116508.88889	32768.52083	32768.52083	9216.25781
10	466034.22222	131072.52083	131072.52083	36864.25781
11	1864135.55556	524288.52083	524288.52083	147456.25781

10

【 0 0 8 4 】

20

【 表 4 】

(5.3)フィルタのノルム

分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	1.50000	1.03833	1.03833	0.71875
2	2.75000	1.59222	1.59222	0.92188
3	5.37500	2.91966	2.91966	1.58594
4	10.68750	5.70278	5.70278	3.04297
5	21.34375	11.33671	11.33671	6.02148
6	42.67188	22.63892	22.63892	12.01074
7	85.33594	45.26059	45.26059	24.00537
8	170.66797	90.51255	90.51255	48.00269
9	341.33398	181.02077	181.02077	96.00134
10	682.66699	362.03939	362.03939	192.00067
11	1365.33350	724.07770	724.07770	384.00034

30

【 0 0 8 5 】

40

更に、分解レベル1における低域成分LL1のノルムを α で表すとき、このノルム α を用いて、各帯域成分について図5に示すような値を設定する。図5に示す2次元画像27は、オクターブ分割方式に従って帯域分割された2次元画像120を示す図である。分解レベル n ($n: 1$ 以上の整数)における帯域成分HH n の設定値は「 $2^{n-3} \times \alpha$ 」、帯域成分HL n およびLH n の設定値は「 $2^{n-2} \times \alpha$ 」、帯域成分LL n の設定値は「 $2^{n-1} \times \alpha$ 」にそれぞれ設定される。従って、例えば、帯域成分LH1の設定値は「 $2^{-1} \times \alpha$ 」に設定されている。

【 0 0 8 6 】

上記設定値と、表2と表4に示したノルムの数値とを比較すれば、両者は概ね近似する。

50

例えば、表 2 の場合 ($\alpha = 1.96591$)、図 5 に示す各帯域成分の「設定値 (対応する帯域成分)」は、約 0.49 (HH1)、約 0.98 (HL1, LH1)、約 1.96 (HL2, LH2, HH3)、約 3.93 (HL3, LH3)、約 7.86 (LL3) となり、これら設定値は、表 2 に示したノルムの数値と近似していることが分かる。

【0087】

また、図 5 において、帯域成分 LL1 のノルムを $\alpha = 2$ に丸め込み、各帯域成分の設定値を 1 ビット左シフトした値、すなわち、全ての設定値に 2^{-1} を乗算した 2 の中乗値の指数は、図 2 に示した優先度の値に一致することが分かる。よって、第 1 実施例のように各帯域成分に優先度を設定することは、近似的に、レート・歪み最適化で使用するフィルタのノルム (重み係数の平方根) を各帯域成分のサンプル値 (変換係数値) に乗算することに等しい。従って、本実施例の優先度は画像の歪みを低減させ得るように設定されるものである。

10

【0088】

優先度設定方法 (第 2 実施例)。

次に、優先度設定方法の第 2 実施例について説明する。本実施例では、各帯域成分の上記重み係数 G_b の平方根であるノルムを、最も高い分解レベルにおける最低域成分 LL のノルムで除算した値を 2 の中乗値に丸め込み、その 2 の中乗値の指数の絶対値を、優先度として設定する。具体的には、最も高い分解レベル n の最低域成分 LL n のノルムを α とし、その他の帯域成分のノルムを x とし、2 の中乗に丸め込む変数 y に関する関数を $R[y]$ とし、変数 y の 2 の中乗 2^m の指数 m を算出する関数を $m = I[2^m]$ とし、変数 y に関する絶対値を $|y|$ とするとき、優先度 p は、 $p = |I[R[x/\alpha]]|$ 、に従って算出される。

20

【0089】

以下の表 5 に、上記表 2 に示した (9, 7) フィルタのノルムを用いて算出した優先度を示す。また、図 6 に、表 5 に示した優先度を記した 2 次元画像 28 を示す帯域分割図を示す。ここで、最も高い分解レベルは 5 であり、 $\alpha = 33.92493$ 、である。尚、表中の「×」は、当該帯域成分の優先度は計算されていないことを意味する。

【0090】

【表 5】

(9.7) フィルタの優先度

分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	×	5	5	6
2	×	4	4	5
3	×	3	3	4
4	×	2	2	3
5	0	1	1	2

30

【0091】

また、以下の表 6 に、上記表 4 に示した (5, 3) フィルタのノルムを用いて算出した優先度を示す。

【0092】

【表 6】

40

(5.3)フィルタの優先度

分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	×	4	4	5
2	×	4	4	5
3	×	3	3	4
4	×	2	2	3
5	0	1	1	2

10

【0093】

上記第1実施例では、各帯域成分の変換係数を優先度のビット数だけ左シフトさせて優先度を設定していたが、本第2実施例では、各帯域成分の変換係数を優先度のビット数だけ右シフトさせる処理が実行される。但し、変換係数のビット長を拡大させるように右ビットシフト処理が実行される。図7は、図6に示す優先度のビット数だけ右シフトされた帯域成分の変換係数29, 29, …を示す模式図である。

【0094】

優先度設定方法（第3実施例）。

次に、人間の視覚特性を考慮した第3実施例に係る優先度設定方法について説明する。数百万画素程度の高解像度の画像について上記第2実施例で示した優先度を適用した場合、復号画像の画質は客観評価では良いが、人間の視覚評価では必ずしも良いとは限らない。そこで、本実施例の優先度設定方法は、人間の視覚特性を考慮した重み付けをされた優先度を採用するものである。これにより、高い表示画質の圧縮画像を生成することが可能になる。

20

【0095】

前記参考文献AのChapter 16には、CSF (human visual system Contrast Sensitivity Function) に基づいた重み付けMSE (Weighted Mean Squared Error; WMSE) が記載されている。この記載によれば、人間の視覚評価を改善するために、上式(1)を次式(7)に修正するのが望ましい。

30

【0096】

【数7】

$$D_i^{(z)} = W_{b[i]}^{csf} G_{b[i]} \sum_j \left(oy_i^{K[i,j]}[j] - y_i[j] \right)^2 \quad \cdots (7)$$

【0097】

ここで、上式(7)中、 $W_{b[i]}^{csf}$ は、サブバンド $b[i]$ の "energy weighting factor" と呼ばれており、 $W_{b[i]}^{csf}$ の推奨数値は、「ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG1 (ITU-T SG8) N2406, "JPEG 2000 Part 1 FDIS (includes COR 1, COR 2, and DCOR3), " 4 December 2001」の文献（以下、参考文献Bと呼ぶ。）に記載されている。図8～図10に、参考文献Bに記載される "energy weighting factor" の数値を示す。

40

【0098】

図8～図10中の "level" および "Lev" は分解レベルを、"Comp" は輝度成分Yと色差成分Cb, Crをそれぞれ示しており、"Viewing distance (視距離)" が1000, 1700, 2000, 3000, 4000の例が

50

示されている。また、"Viewing distance 1000", "Viewing distance 1700", "Viewing distance 2000", "Viewing distance 3000", "Viewing distance 4000" は、それぞれ、100dpi, 170dpi, 200dpi, 300dpi, 400dpi のディスプレイまたは印刷物を10インチ離れて見たときの視距離を意味する。

【0099】

図8～図10に示す数値を用いて、上式(7)の重み付け係数の平方根($W_{b[i]}^{cs} \cdot G_{b[i]}^{cs}$)^{1/2}を計算した。その計算結果を、以下の表7～表18に示す。表7～表9は、図8に示す数値を用いて計算した(9,7)フィルタの白黒用数値、表10～表12は、図9と図10に示す数値を用いて計算した(9,7)フィルタのカラー用数値を、表13～表15は、図8に示す数値を用いて計算した(5,3)フィルタの白黒用数値を、表16～表18は、図9と図10に示す数値を用いて計算した(5,3)フィルタのカラー用数値をそれぞれ示している。

【0100】

【表7】

(9,7)フィルタの白黒用数値

分解レベル	Viewing distance 1000			
	LL	HL	LH	HH
1	X	0.567135	0.567135	0.147832
2	X	1.996812	1.996812	0.703332
3	X	4.183367	4.183367	2.079256
4	X	8.534116	8.534116	4.300482
5	33.92493	17.16673	17.16673	8.686724

【0101】

【表8】

(9,7)フィルタの白黒用数値

分解レベル	Viewing distance 2000			
	LL	HL	LH	HH
1	X	0.180509	0.180509	0.022698
2	X	1.119894	1.119894	0.274876
3	X	4.183367	4.183367	1.512041
4	X	8.534116	8.534116	4.300482
5	33.92493	17.16673	17.16673	8.686724

【0102】

【表9】

(9.7)フィルタの白黒用数値

分解レベル	Viewing distance 4000			
	LL	HL	LH	HH
1	X	0.014941	0.014941	0.000298
2	X	0.358645	0.358645	0.042464
3	X	2.360858	2.360858	0.594601
4	X	8.534116	8.534116	3.146525
5	33.92493	17.16673	17.16673	8.686724

10

【 0 1 0 3 】

【 表 1 0 】

(9.7)フィルタのカラー用数値

	分解レベル	Viewing distance 1000			
		LL	HL	LH	HH
Y	1	X	0.76489	0.76489	0.298115
	2	X	1.99337	1.99337	0.963884
	3	X	4.183367	4.183367	2.079256
	4	X	8.534116	8.534116	4.300482
	5	33.92493	17.16673	17.16673	8.686724
Cb	1	X	0.233105	0.233105	0.059194
	2	X	0.900041	0.900041	0.299041
	3	X	2.721205	2.721205	1.10554
	4	X	6.77171	6.77171	3.063212
	5	33.92493	15.16158	15.16158	7.241097
Cr	1	X	0.33996	0.33996	0.104307
	2	X	1.10404	1.10404	0.405203
	3	X	3.03569	3.03569	1.299749
	4	X	7.177464	7.177464	3.337948
	5	33.92493	15.63678	15.63678	7.578107

20

30

40

【 0 1 0 4 】

【 表 1 1 】

(9.7) フィルタのカラー用数値

		Viewing distance 1700			
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	0.310658	0.310658	0.056662
	2	X	1.72044	1.72044	0.718005
	3	X	4.183367	4.183367	2.079256
	4	X	8.534116	8.534116	4.300482
	5	33.92493	17.16673	17.16673	8.686724
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	0.09892	0.09892	0.01622
	2	X	0.559243	0.559243	0.147297
	3	X	2.098595	2.098595	0.753271
	4	X	5.883453	5.883453	2.490925
	5	33.92493	14.05553	14.05553	6.47921
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	0.179438	0.179438	0.040124
	2	X	0.775746	0.775746	0.240417
	3	X	2.5039	2.5039	0.979107
	4	X	6.465668	6.465668	2.86391
	5	33.92493	14.77858	14.77858	6.976933

10

20

【 0 1 0 5 】

【 表 1 2 】

30

(9.7) フィルタのカラー用数値

		Viewing distance 3000				
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	0.038921	0.038921	0.0016	
	2	X	0.819947	0.819947	0.176768	
	3	X	3.85307	3.85307	1.763882	
	4	X	8.534116	8.534116	4.300482	
	5	33.92493	17.16673	17.16673	8.686724	
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	0.023571	0.023571	0.001776	
	2	X	0.247647	0.247647	0.043245	
	3	X	1.337728	1.337728	0.385929	
	4	X	4.603618	4.603618	1.734612	
	5	33.92493	12.31002	12.31002	5.331711	
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	0.060957	0.060957	0.007791	
	2	X	0.423067	0.423067	0.097358	
	3	X	1.793238	1.793238	0.597979	
	4	X	5.39042	5.39042	2.192081	
	5	33.92493	13.39161	13.39161	6.038385	

10

20

【 0 1 0 6 】

【 表 1 3 】

30

(5.3) フィルタの白黒用数値

	Viewing distance 1000			
分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	X	0.5823	0.5823	0.204249
2	X	1.592217	1.592217	0.670362
3	X	2.91966	2.91966	1.585938
4	X	5.702783	5.702783	3.042969
5	21.34375	11.33671	11.33671	6.021484

40

【 0 1 0 7 】

【 表 1 4 】

(5.3) フィルタの白黒用数値

分解レベル	Viewing distance 2000			
	LL	HL	LH	HH
1	X	0.185335	0.185335	0.03136
2	X	0.892981	0.892981	0.26199
3	X	2.91966	2.91966	1.153299
4	X	5.702783	5.702783	3.042969
5	21.34375	11.33671	11.33671	6.021484

10

【 0 1 0 8 】

【 表 1 5 】

(5.3) フィルタの白黒用数値

分解レベル	Viewing distance 4000			
	LL	HL	LH	HH
1	X	0.01534	0.01534	0.000412
2	X	0.285977	0.285977	0.040473
3	X	1.647693	1.647693	0.453527
4	X	5.702783	5.702783	2.226443
5	21.34375	11.33671	11.33671	6.021484

20

【 0 1 0 9 】

【 表 1 6 】

30

(5.3) フィルタのカラー用数値

		Viewing distance 1000				
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	0.785342	0.785342	0.411885	
	2	X	1.589472	1.589472	0.918699	
	3	X	2.91966	2.91966	1.585938	
	4	X	5.702783	5.702783	3.042969	
	5	21.34375	11.33671	11.33671	6.021484	
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	0.239338	0.239338	0.081784	
	2	X	0.717674	0.717674	0.285023	
	3	X	1.899186	1.899186	0.843243	
	4	X	4.525084	4.525084	2.167491	
	5	21.34375	10.01254	10.01254	5.019401	
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	0.349051	0.349051	0.144114	
	2	X	0.880339	0.880339	0.386208	
	3	X	2.118672	2.118672	0.991374	
	4	X	4.796223	4.796223	2.361891	
	5	21.34375	10.32635	10.32635	5.25301	

10

20

【 0 1 1 0 】

【 表 1 7 】

30

(5.3)フィルタのカラー用数値

		Viewing distance 1700			
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	0.318965	0.318965	0.078286
	2	X	1.371843	1.371843	0.684347
	3	X	2.91966	2.91966	1.585938
	4	X	5.702783	5.702783	3.042969
	5	21.34375	11.33671	11.33671	6.021484
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	0.101565	0.101565	0.02241
	2	X	0.445929	0.445929	0.140392
	3	X	1.464653	1.464653	0.574552
	4	X	3.931521	3.931521	1.762548
	5	21.34375	9.282115	9.282115	4.491275
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	0.184236	0.184236	0.055437
	2	X	0.618564	0.618564	0.229147
	3	X	1.747524	1.747524	0.746807
	4	X	4.320576	4.320576	2.026468
	5	21.34375	9.759606	9.759606	4.836288

10

20

【 0 1 1 1 】

【 表 1 8 】

30

(5.3) フィルタのカラー用数値

		Viewing distance 3000			
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	0.039962	0.039962	0.00221
	2	X	0.653809	0.653809	0.168482
	3	X	2.689138	2.689138	1.345389
	4	X	5.702783	5.702783	3.042969
	5	21.34375	11.33671	11.33671	6.021484
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	0.024201	0.024201	0.002453
	2	X	0.197468	0.197468	0.041218
	3	X	0.933628	0.933628	0.294364
	4	X	3.076292	3.076292	1.227391
	5	21.34375	8.129398	8.129398	3.695849
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	0.062587	0.062587	0.010765
	2	X	0.337345	0.337345	0.092794
	3	X	1.251539	1.251539	0.456105
	4	X	3.60206	3.60206	1.551089
	5	21.34375	8.843668	8.843668	4.185702

10

20

【0112】

30

次に、上記表7～表18に示す数値を用いて、上記第2実施例で述べたのと同じ手順で各帯域成分の優先度を算出した。すなわち、最も高い分解レベルnの最低域成分LLnの数値を α とし、その他の帯域成分の数値をxとし、2の中乗に丸め込む変数yに関する関数を $R[y]$ とし、変数yの2の中乗 2^m の指数mを算出する関数を $m = I[2^m]$ とし、変数yに関する絶対値を $|y|$ とすると、優先度pは、 $p = |I[R[x/\alpha]]|$ 、に従って算出される。

【0113】

優先度の値を、以下の表19～表30に示す。表19、表20、表21、表22、表23、表24、表25、表26、表27、表28、表29および表30の優先度は、それぞれ、上記した表7、表8、表9、表10、表11、表12、表13、表14、表15、表16、表17および表18の数値を用いて算出されたものである。

40

【0114】

【表19】

(9.7)フィルタの白黒用優先度テーブル

	Viewing distance 1000			
分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	X	6	6	8
2	X	4	4	6
3	X	3	3	4
4	X	2	2	3
5	0	1	1	2

10

【 0 1 1 5 】

【 表 2 0 】

(9.7)フィルタの白黒用優先度テーブル

	Viewing distance 2000			
分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	X	8	8	11
2	X	5	5	7
3	X	3	3	5
4	X	2	2	3
5	0	1	1	2

20

【 0 1 1 6 】

【 表 2 1 】

(9.7)フィルタの白黒用優先度テーブル

	Viewing distance 4000			
分解レベル	LL	HL	LH	HH
1	X	11	11	17
2	X	7	7	10
3	X	4	4	6
4	X	2	2	4
5	0	1	1	2

30

【 0 1 1 7 】

【 表 2 2 】

40

(9.7)フィルタのカラー用優先度テーブル

		Viewing distance 1000			
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	6	6	7
	2	X	4	4	5
	3	X	3	3	4
	4	X	2	2	3
	5	0	1	1	2
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	7	7	9
	2	X	5	5	7
	3	X	4	4	5
	4	X	2	2	4
	5	0	1	1	2
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	7	7	8
	2	X	5	5	6
	3	X	4	4	5
	4	X	2	2	3
	5	0	1	1	2

10

20

【 0 1 1 8 】

【 表 2 3 】

30

(9.7)フィルタのカラー用優先度テーブル

		Viewing distance 1700			
分解レベル		LL	HL	LH	HH
Y	1	X	7	7	9
	2	X	4	4	6
	3	X	3	3	4
	4	X	2	2	3
	5	0	1	1	2
分解レベル		LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	9	9	11
	2	X	6	6	8
	3	X	4	4	6
	4	X	3	3	4
	5	0	1	1	2
分解レベル		LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	8	8	10
	2	X	6	6	7
	3	X	4	4	5
	4	X	2	2	4
	5	0	1	1	2

10

20

【 0 1 1 9 】
【 表 2 4 】

30

(9.7)フィルタのカラー用優先度テーブル

		Viewing distance 3000				
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	10	10	14	
	2	X	5	5	8	
	3	X	3	3	4	
	4	X	2	2	3	
	5	0	1	1	2	
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	11	11	14	
	2	X	7	7	10	
	3	X	5	5	7	
	4	X	3	3	4	
	5	0	2	2	3	
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	9	9	12	
	2	X	6	6	9	
	3	X	4	4	6	
	4	X	3	3	4	
	5	0	1	1	3	

10

20

【 0 1 2 0 】

【 表 2 5 】

30

(5.3)フィルタの白黒用優先度テーブル

		Viewing distance 1000			
分解レベル		LL	HL	LH	HH
1		X	5	5	7
2		X	4	4	5
3		X	3	3	4
4		X	2	2	3
5		0	1	1	2

40

【 0 1 2 1 】

【 表 2 6 】

(5.3)フィルタの白黒用優先度テーブル

分解レベル	Viewing distance 2000			
	LL	HL	LH	HH
1	X	7	7	9
2	X	5	5	6
3	X	3	3	4
4	X	2	2	3
5	0	1	1	2

10

【 0 1 2 2 】

【 表 2 7 】

(5.3)フィルタの白黒用優先度テーブル

分解レベル	Viewing distance 4000			
	LL	HL	LH	HH
1	X	11	11	16
2	X	6	6	9
3	X	4	4	6
4	X	2	2	3
5	0	1	1	2

20

【 0 1 2 3 】

【 表 2 8 】

30

(5.3)フィルタのカラー用優先度テーブル

		Viewing distance 1000			
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	5	5	6
	2	X	4	4	5
	3	X	3	3	4
	4	X	2	2	3
	5	0	1	1	2
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	7	7	8
	2	X	5	5	6
	3	X	4	4	5
	4	X	2	2	3
	5	0	1	1	2
	分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	6	6	7
	2	X	5	5	6
	3	X	3	3	5
	4	X	2	2	3
	5	0	1	1	2

10

20

【 0 1 2 4 】
【 表 2 9 】

30

(5,3)フィルタのカラー用優先度テーブル

		Viewing distance 1700			
分解レベル		LL	HL	LH	HH
Y	1	X	6	6	8
	2	X	4	4	5
	3	X	3	3	4
	4	X	2	2	3
	5	0	1	1	2
分解レベル		LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	8	8	10
	2	X	6	6	7
	3	X	4	4	5
	4	X	3	3	4
	5	0	1	1	2
分解レベル		LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	7	7	9
	2	X	5	5	7
	3	X	4	4	5
	4	X	2	2	3
	5	0	1	1	2

10

20

【 0 1 2 5 】
【 表 3 0 】

30

(5.3)フィルタのカラー用優先度テーブル

		Viewing distance 3000				
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Y	1	X	9	9	13	
	2	X	5	5	7	
	3	X	3	3	4	
	4	X	2	2	3	
	5	0	1	1	2	
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cb	1	X	10	10	13	
	2	X	7	7	9	
	3	X	5	5	6	
	4	X	3	3	4	
	5	0	1	1	3	
		分解レベル	LL	HL	LH	HH
Cr	1	X	8	8	11	
	2	X	6	6	8	
	3	X	4	4	6	
	4	X	3	3	4	
	5	0	1	1	2	

10

20

【0126】

30

本実施例では、上記第2実施例と同じように、以上の表19～表30に示す優先度のビット数だけ右シフトさせることで、各帯域成分の変換係数に対して優先度が設定される。これにより、人間の視覚特性を考慮した優先度を設定できる。

【0127】

画質制御処理。

次に、図1に示した画質制御部23の構成と処理内容について説明する。図11は、この画質制御部23の概略構成を示す機能ブロック図である。

【0128】

この画質制御部23は、外部から供給される目標画質情報（高画質、標準画質、低画質、解像度情報など）に基づいて、複数の画質パラメータ群から当該目標画質情報に適した画質パラメータQPを選択して出力する画質パラメータ選択部31と、符号化対象を決定する符号化対象判定部30とを備えている。符号化対象判定部30は、優先度テーブル24から取得した優先度データPDに従って、符号化データBDの各帯域成分に対して上述の優先度を設定する。また符号化対象判定部30は、設定した優先度に従って、前記画質パラメータQPで指定される目標画質に合わせて符号化対象を決定し、画質制御信号CS1を生成出力する。

40

【0129】

以下、符号化対象の決定方法について説明する。図12は、優先度に応じてビットシフトされた変換係数33、33、…を例示する模式図である。各変換係数33は優先度に応じてビットシフトされている。また、変換係数33の各ビットに付した番号0、1、…、1

50

0 は、当該ビットが属するビットプレーンの番号を示している。ここで、LSB 番号 = 0, MSB 番号 = 10、である。

【0130】

符号化対象判定部 30 は、画質パラメータ QP に従って符号化終了ライン 32 を設定し、当該符号化終了ライン 32 よりも上位ビットを符号化対象に決定し、そのライン 32 よりも下位ビットを符号化対象から外すように画質制御信号 CS1 を生成する。これにより符号化対象を効率的に選別することが可能になる。この結果、画質制御信号 CS1 を受けた算術符号化部 21 は、各コードブロックにおいて、符号化終了ライン 32 よりも上位のビットプレーンのみを算術符号化し、そのライン 32 よりも下位のビットプレーンを切り捨てることになる。尚、算術符号化部 21 は、ビットシフト処理によりゼロが挿入されたビットに対しては、算術符号化を施さない。

10

【0131】

符号化対象判定部 30 は、更に、画質パラメータ QP に従って、符号化パス単位で符号化対象を決定することができる。画質パラメータ QP は、符号化対象のビットプレーンの制限と、符号化対象の符号化パス（CL パス、SIG パスおよび MR パス）の制限とを示すパラメータ群を含んでいる。以下の表 31 に、2048 × 2560 画素の解像度をもつ画像に適した画質パラメータ QP を例示する。尚、最低域のサブバンドの解像度を 128 × 128 画素よりも小さくする必要があるため、5 以上の分解レベルが必要である。

【0132】

【表 31】

20

画質パラメータの例

帯域成分	優先度の制限		符号化効率の制限
	ビットプレーン数	パス名	最大パス数
LL5	0	CL	17
LH5	0	CL	17
HL5	0	CL	17
HH5	0	CL	17
LH4	0	CL	17
HL4	0	CL	17
HH4	1	MR	14
LH3	1	MR	14
HL3	1	MR	14
HH3	2	SIG	14
HL2	2	SIG	14
LH2	2	SIG	14
HH2	3	SIG	14
LH1	3	SIG	14
HL1	3	SIG	14
HH1	4	CL	14

CL:Cleanup pass

MR:Magnitude Refinement pass

SIG:Significant propagation pass

【0133】

表31において「ビットプレーン数」は、図12に示した符号化終了ライン32よりも下位ビットの切り捨て対象のビットプレーンの数を、「パス名」は、符号化対象の中の最終符号化パスを、「最大パス数」は、符号化対象の符号化パス数の上限をそれぞれ表している。

【0134】

図12と表31を適用した場合の処理例を以下に説明する。図13に、帯域成分LL5の変換係数33として $00011010111_2 = 215_{10}$ を例示する（ Y_2 は2進値Yを、 X_{10} は10進値Xを表すものとする）。表31に示す通り、帯域成分LL5における最終符号化パスはCLパス、最大パス数は17に制限されている。

【0135】

図13に示す変換係数の7番目ビットは、SIGパスまたはCLパスに属するようにコンテキスト判定がなされている。8番目～10番目の上位ビットは、0ビットのみで構成されるビットプレーンに属する場合はタグツリー（Tag tree）と称する方式で符号化され、既に符号化パスが開始している場合はSIGパスまたはCLパスで符号化される。7番目ビットが符号化開始パス（CLパス）に属する場合、6番目ビットを含む下位ビットは、MRパスに属するようにコンテキスト判定される。一般に、符号化開始のビットプレーンよりも下位のビットプレーンは、符号化効率の観点から、SIGパス、MRパスおよびCLパスの順番で符号化される。よって、最大パス数は17に制限されているため

、7番目ビットのCLパスから1番目ビットのSIGパス迄の計17パスが符号化対象になる。

但し、1番目ビットはMRパスに属するため符号化されない。従って、算術符号化処理において、下位2ビットは切り捨てられ、符号化後の値は $00011010100_2 = 212_{10}$ となる。この値がミッドポイントで逆量子化されれば、 $00011010110_2 = 214_{10}$ となる。

【0136】

次に、図14に、帯域成分LL5の変換係数33として $00000001111_2 = 15_{10}$ を例示する。変換係数の3番目ビットは、SIGパスまたはCLパスに属する。4番目～10番目の上位ビットは、0ビットのみで構成されるビットプレーンに属する場合はタグツリー (Tag tree) で符号化され、既に符号化パスが開始している場合はSIGパスまたはCLパスで符号化される。3番目ビットが符号化開始パス (CLパス) に属する場合、2番目ビットを含む下位ビットはMRパスに属し、3番目ビットのCLパスから0番目ビットのCLパス迄の計10パスが符号化対象になる。算術符号化処理において符号化後の値は $00000001111_2 = 15_{10}$ となり、この値が逆量子化されれば、 $00000001111_2 = 15_{10}$ となる。

【0137】

次に、図15に、帯域成分HH2の変換係数33として $00001011111_2 = 95_{10}$ を例示する。表31に示す通り、帯域成分HH2における最終符号化パスはSIGパス、最大パス数は14に制限されている。また下位3ビットのビットプレーンは切り捨てられる。

【0138】

変換係数の6番目ビットは、SIGパスまたはCLパスに属する。7番目～10番目の上位ビットは、0ビットのみで構成されるビットプレーンに属する場合はタグツリー (Tag tree) で符号化され、既に符号化パスが開始している場合はSIGパスまたはCLパスで符号化される。6番目ビットが符号化開始パス (CLパス) に属する場合、5番目ビットを含む下位ビットはMRパスに属する。また、3番目ビットプレーンのSIGパス迄しか符号化しないという制限のため、6番目ビットのCLパスから4番目ビットのSIGパス迄の8パスが符号化対象になるが、3番目ビットはMRパスに属するため符号化されない。従って、算術符号化処理において符号化後の値は $00001010000_2 = 80_{10}$ となり、この値がミッドポイントで逆量子化されれば、 $00001011000_2 = 88_{10}$ となる。

【0139】

尚、各ビットプレーンを、SIGパス、MRパスおよびCLパスの順番で符号化するのは、SIGパスの歪みに対する符号化効率が最も高いからである。図16に、各符号化パスにおけるレート・歪み特性を示す。R-D曲線中、点 $P_1 \sim P_2$ の部分がSIGパス、点 $P_2 \sim P_3$ の部分がMRパス、点 $P_3 \sim P_4$ の部分がCLパスを示している。各符号化パスにおけるレート (符号量) に対する歪みの比率 $\Delta D_{SIG} / \Delta R_{SIG}$ 、 $\Delta D_{MR} / \Delta R_{MR}$ 、 $\Delta D_{CL} / \Delta R_{CL}$ をみれば、SIGパスにおける曲線勾配が最も急であり、符号化効率が最も高いことが分かる。

【0140】

以上のように、本実施形態に係る画質制御方法では、優先度に応じてビットシフトした変換係数に対して、変換係数を符号化対象とするか否かが決定される。

符号化対象のみが算術符号化部21で選択的に算術符号化されるため、歪みの少ない高画質の圧縮画像を生成し得るように、符号量を効率良く制御することが可能である。

【0141】

符号量制御処理。

次に、図1に示した符号量制御部22の構成と処理内容について説明する。図17は、この符号量制御部22の概略構成を示す機能ブロック図である。

【0142】

10

20

30

40

50

この符号量制御部 22 は、大容量記憶装置 40、符号量算出部 41 およびデータ出力制御部 42 を備えている。

【0143】

上述したように図 1 に示した算術符号化部 21 は、画質制御部 23 から指定された符号化対象のみを選択的に算術符号化し、その結果得た符号化データ A D を符号量制御部 22 に出力する。符号量算出部 41 は、入力する符号化データ A D の容量の小計を、帯域成分単位、ビットプレーン単位および符号化パス単位で算出し、その結果得られる小計情報 43 をデータ出力制御部 42 に出力する。また、符号化データ A D は、フレーム単位或いはサブフレーム単位で大容量記憶装置 40 に一時記憶させられる。

【0144】

前記データ出力制御部 42 は、大容量記憶装置 40 に一時記憶された符号化データ A D を読み出し、優先度データ P D 2 を用いて上記第 1 実施例～第 3 実施例のようにビットシフトさせる。次いで、データ出力制御部 42 は、ビットシフトした符号化データを以下に説明する走査順序で並べ替えて生成した符号列から、目標符号量に適合するように切り捨て点 (truncation point) を算出する。次に、データ出力制御部 42 は、その符号列のうち切り捨て点よりも前の符号列を符号化データ C D としてビットストリーム生成部 17 に出力する。

【0145】

図 18 と図 19 は、前記走査順序と切り捨て点の一例を説明するための図である。図 18 と図 19 には、図 12 に示したのと同じ規則で、優先度に応じてビットシフトされた変換係数 33, 33, … が表示されている。符号化終了ライン 32 よりも上位ビット (図面左側のビット) の符号化データ A D が、符号量制御部 22 に入力する。

【0146】

図 18 の矢印に示すように、変換係数 33, 33, … は、ビットプレーン単位または符号化パス単位で、優先度の高い順に (上位ビットから下位ビットに向けて) 且つ同一の優先度においては高域側から低域側に向けた走査順序で並べ替えられる。一般に、下位のビットプレーンを符号化する程に M R パスの割合が増えて圧縮効率が下がる傾向にある。よって、圧縮効率を向上させるために出来るだけ多くの S I G パスを符号化すべく、同一の優先度においては高域側から低域側に向けた走査順序を採用している。

【0147】

そして、データ出力制御部 42 は、次式 (8) に示すように、実際の符号量 (バイト数) が目標符号量 (バイト数) 以下になる条件を満たすように切り捨て点を決定し、当該切り捨て点以降の符号列に含まれる下位ビットプレーンを切り捨てる。これにより、既に算術符号化済みの符号化データのレート制御を、各サブバンドに設定した優先度に従って効率的に行うことができる。

【0148】

【数 8】

$$(\text{目標符号量 (バイト数)}) \geq (\text{実際の符号量 (バイト数)}) \quad \cdots (8)$$

【0149】

図 19 に示すように、目標符号量に合わせてサブバンド H L 3 の 2 番目ビットプレーンが切り捨て点として決定された場合、矢印で示す部分のビットが切り捨てられることになる。

【0150】

図 20 は、ビットプレーン単位で並べ替えられた符号列を示す図、図 21 は、符号化パス単位で並べ替えられた符号列を示す図である。図 20 では、各ビットプレーンに対して、サブバンドを示す符号 L L 5, H L 5, … と、ビットプレーン番号 10, 9, … とが付されている。サブバンド H L 3 の 2 番目ビットプレーンに付されたライン 44 以降のビット

10

20

30

40

50

プレーンが切り捨てられる。

【0151】

また、図21では、各符号化パスに対して、符号化パスの種類を示す符号CL, SIG, MRと、サブバンドを示す符号LL5, HL5, ...と、ビットプレーン番号10, 9, ...とが付されている。サブバンドHL3の2番目ビットプレーンのMRパスに付されたライン44以降のビットプレーンが切り捨てられる。

【0152】

以上のように本実施形態に係る符号量制御処理によれば、レート・歪み最適化処理のために各符号化パスにおける歪みを算出せずに済むため、リアルタイム性が高く、オーバーヘッドが大幅に低減した高効率のレート制御を実現できる。

10

【0153】

【発明の効果】

以上の如く、本発明の請求項1に係る圧縮符号化装置、請求項9に係る圧縮符号化方法および請求項17に係るプログラムによれば、上記帯域成分は、それぞれ、低域成分に再帰的に帯域分割された回数に応じて優先度を設定され、この優先度に応じて符号化対象になるか否かが決定される。符号化対象のみが選択的にエントロピー符号化されるため、符号量を効率的に制御でき、少ない演算量で高速な符号化処理を行うことが可能になる。

【0154】

請求項2、請求項10および請求項18によれば、人間の視覚評価に適した、高い表示画質を有する圧縮画像を生成することが可能となる。

20

【0155】

請求項3、請求項11および請求項19によれば、各帯域成分の変換係数は優先度に対応するビット数だけシフトされ、シフトするビット数に応じて変換係数の優先度が定まることから、圧縮画像の画質に応じて符号化対象を効率的に指定することが可能になる。

【0156】

請求項4, 5, 6、請求項12, 13, 14および請求項20, 21, 22によれば、ビットプレーン単位および符号化パス単位で、優先度に応じて符号化対象を細かく指定できることから、符号量を正確に制御し、圧縮画像の画質を細かく制御することが可能となる。

【0157】

請求項7, 8、請求項15, 16および請求項23, 24によれば、既にエントロピー符号化されたデータのレート制御を、各帯域成分に設定した優先度に従って効率的に行うことが可能である。また、従来のようにレート・歪み最適化を用いた最適化処理を行わなくても、歪みを抑制し得るようにリアルタイム性の高いレート制御を行うことが可能である。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る圧縮符号化装置の概略構成を示す機能ブロック図である。

【図2】ウェーブレット変換によって帯域分割した2次元画像を示す模式図である。

【図3】ビットシフトによる優先度設定処理を説明するための図である。

40

【図4】ビットシフトされた変換係数を例示する図である。

【図5】ウェーブレット変換によって帯域分割した2次元画像を示す模式図である。

【図6】ウェーブレット変換によって帯域分割した2次元画像を示す模式図である。

【図7】図6に示す優先度に応じて右ビットシフトされた帯域成分の変換係数を示す模式図である。

【図8】Energy weighting factorの数値テーブルを示す図である。

【図9】Energy weighting factorの数値テーブルを示す図である。

【図10】Energy weighting factorの数値テーブルを示す図である。

50

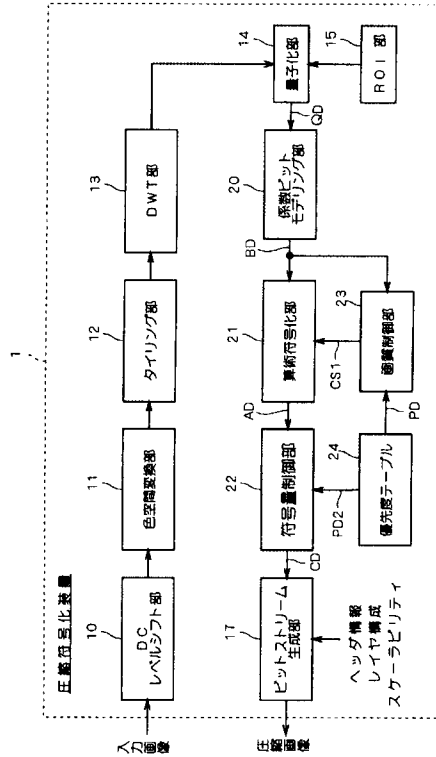
ある。

- 【図 1 1】本実施形態に係る画質制御部の概略構成を示す機能ブロック図である。
- 【図 1 2】優先度に応じてビットシフトされた変換係数を例示する模式図である。
- 【図 1 3】帯域成分 L L 5 の変換係数の符号化処理例を説明するための図である。
- 【図 1 4】帯域成分 L L 5 の変換係数の符号化処理例を説明するための図である。
- 【図 1 5】帯域成分 H H 2 の変換係数の符号化処理例を説明するための図である。
- 【図 1 6】レート・歪み特性の曲線を示す図である。
- 【図 1 7】本実施形態に係る符号量制御部の概略構成を示す機能ブロック図である。
- 【図 1 8】走査順序の一例を説明するための図である。
- 【図 1 9】切り捨て点の一例を説明するための図である。 10
- 【図 2 0】ビットプレーン単位で並べ替えられた符号列を示す図である。
- 【図 2 1】符号化パス単位で並べ替えられた符号列を示す図である。
- 【図 2 2】J P E G 2 0 0 0 方式による圧縮符号化装置の概略構成を示す機能ブロック図である。
- 【図 2 3】オクターブ分割方式に従って帯域分割された 2 次元画像を示す模式図である。
- 【図 2 4】複数のコードブロックに分解された 2 次元画像を示す模式図である。
- 【図 2 5】コードブロックを構成する複数枚のビットプレーンを示す模式図である。
- 【図 2 6】3 種類の符号化パスを示す模式図である。
- 【図 2 7】レートと歪みの関係を表す R - D 曲線を示す図である。

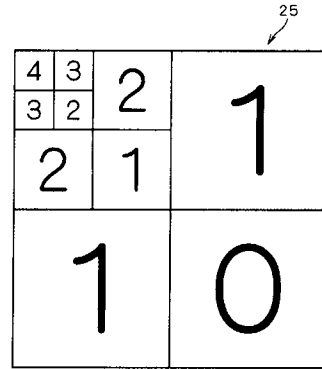
【符号の説明】 20

- 1 圧縮符号化装置
- 1 0 D C レベルシフト部
- 1 1 色空間変換部
- 1 2 タイリング部
- 1 3 D W T 部
- 1 4 量子化部
- 1 5 R O I 部
- 1 7 ビットストリーム生成部
- 2 0 係数ビットモデリング部
- 2 1 算術符号化部
- 2 2 符号量制御部
- 2 3 画質制御部
- 2 4 優先度テーブル

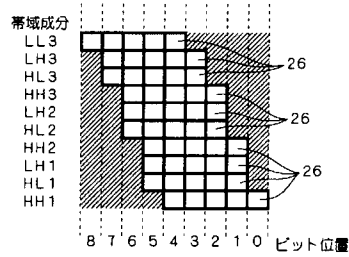
【図 1】



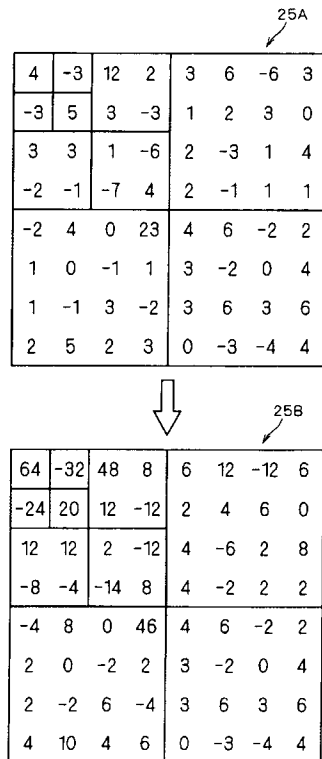
【図 2】



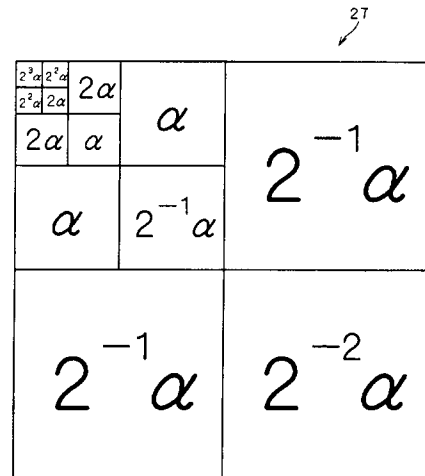
【図 3】



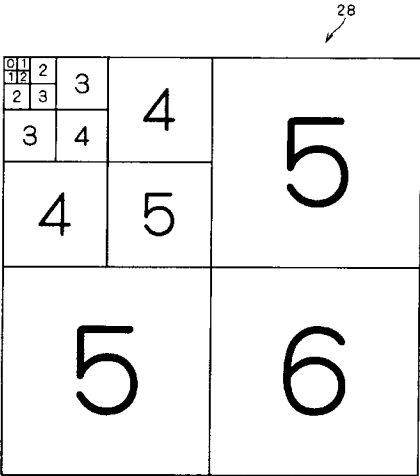
【図 4】



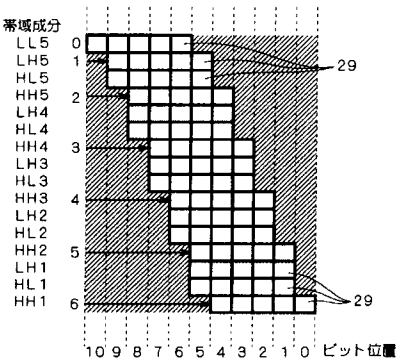
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

Table J-24 Recommended frequency weighting

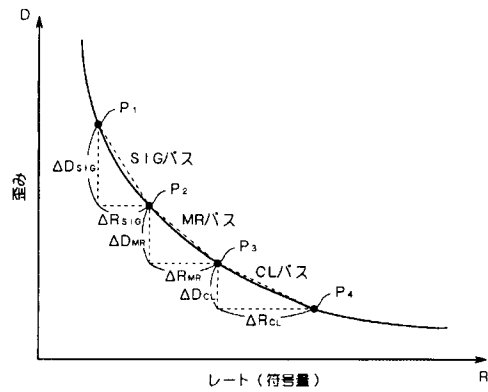
level	Viewing distance 1000				Viewing distance 2000				Viewing distance 4000			
	HL	LH	HH	HH	HL	LH	HH	HH	HL	LH	HH	HH
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	0.560 805	0.560 805	0.284 173	0.284 173	0.560 841	0.560 841	0.284 193	0.284 193	0.564 344	0.564 344	0.285 968	0.285 968

【図 9】

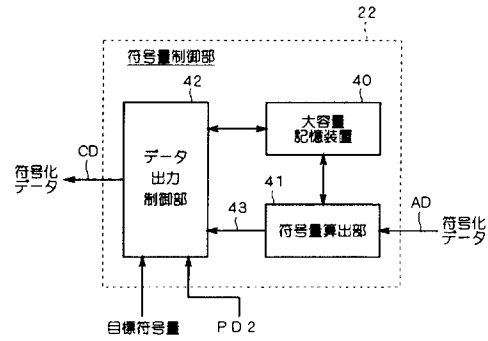
Table J-25 Recommended frequency weighting for multiple component (colour) images

C o m p	Viewing distance 1000				Viewing distance 1700				Viewing distance 3000			
	HL	LH	HH	HH	HL	LH	HH	HH	HL	LH	HH	HH
Y (Y0)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	0.988 276	0.988 276	0.988 555	0.988 555	0.861 593	0.861 593	0.745 342	0.745 342	0.410 828	0.410 828	0.182 780	0.182 780
5	0.756 353	0.756 353	0.573 027	0.573 027	0.307 181	0.307 181	0.108 920	0.108 920	0.038 487	0.038 487	0.003 075	0.003 075
1	0.683 196	0.683 196	0.833 582	0.833 582	0.618 766	0.618 766	0.745 975	0.745 975	0.717 086	0.717 086	0.613 777	0.613 777
2	0.793 487	0.793 487	0.712 285	0.712 285	0.888 404	0.888 404	0.579 220	0.579 220	0.539 437	0.539 437	0.403 353	0.403 353
3	0.850 482	0.850 482	0.531 700	0.531 700	0.501 652	0.501 652	0.382 278	0.382 278	0.319 773	0.319 773	0.185 609	0.185 609
4	0.450 739	0.450 739	0.309 177	0.309 177	0.280 068	0.280 068	0.152 290	0.152 290	0.124 021	0.124 021	0.044 711	0.044 711
5	0.230 503	0.230 503	0.113 756	0.113 756	0.097 816	0.097 816	0.031 179	0.031 179	0.023 306	0.023 306	0.003 413	0.003 413

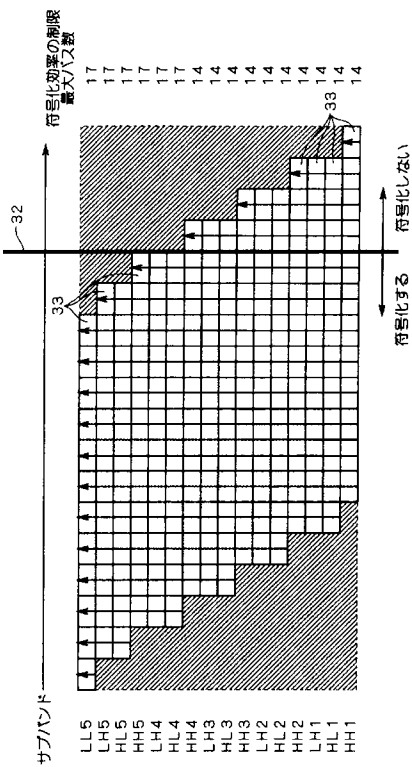
【図 16】



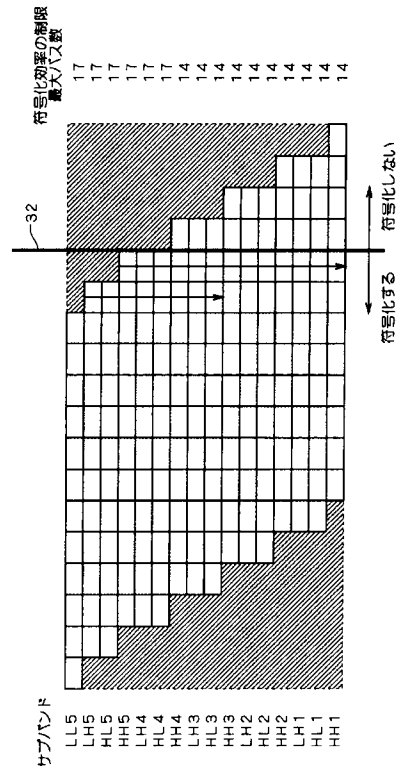
【図 17】



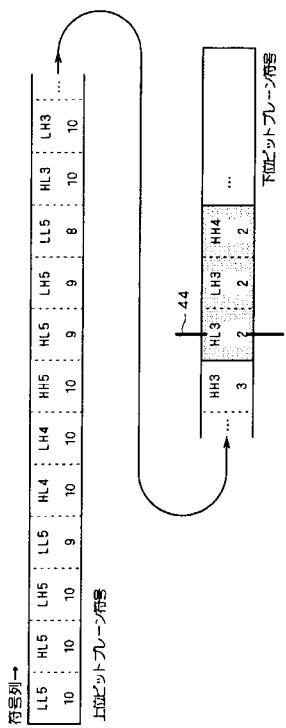
【図 18】



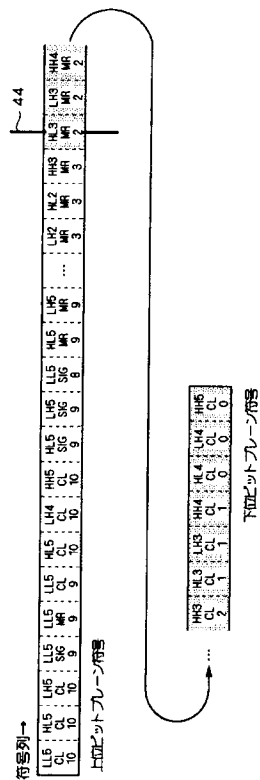
【図 19】



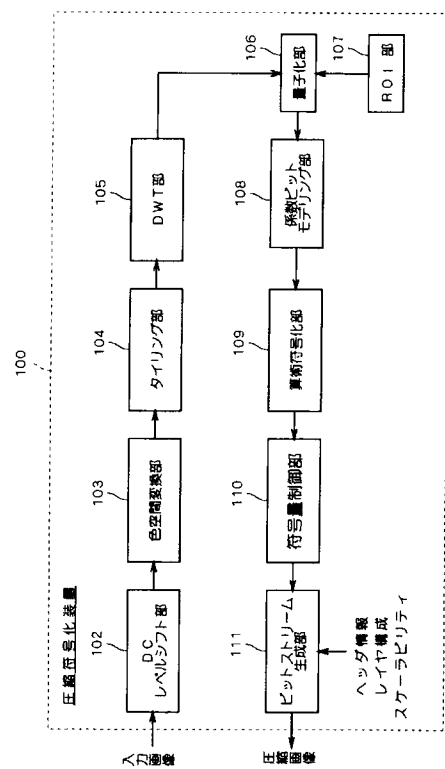
【図 20】



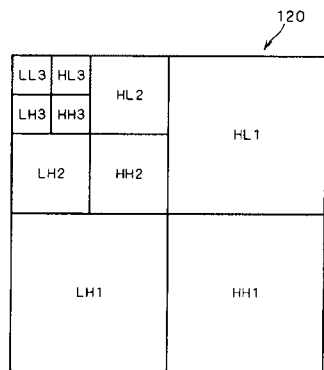
【図 2 1】



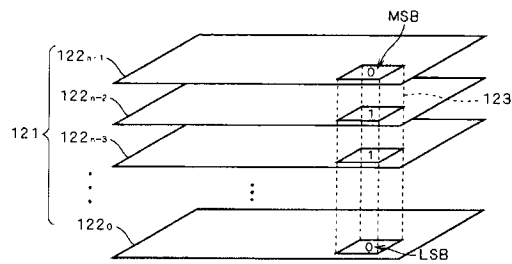
【図 2 2】



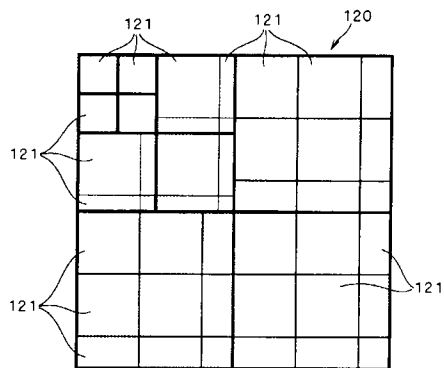
【図 2 3】



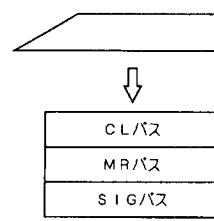
【図 2 5】



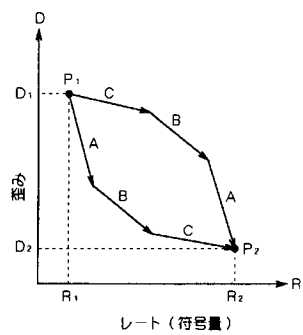
【図 2 4】



【図 2 6】



【図 27】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5C078 AA09 BA53 CA01 CA22 CA31 DA01
5J064 AA03 AA04 BA09 BA16 BB14 BC01 BC08 BC09 BC11 BC16
BC18 BC23 BC29 BD04